



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
Facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales
Escuela de ciencias agrícolas
Ingeniería agronómica



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO
Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE
MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLANTULAS DEL CULTIVO DE PATILLA
(*Citrullus lanatus*) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE
VILLAVICENCIO - META.**

Autor:

Nelson David García Bernal

Ingeniero Agrónomo

Pasantía Profesional en Minerales Exclusivos S.A.

Director:

Ing. Álvaro Álvarez

Codirector:

Ing. Luis Fernando Vanegas

Universidad De Los Llanos
Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

2019



AGRADECIMIENTOS

De manera cordial expreso mi agradecimiento por la realización del presente ensayo a la empresa Minerales Exclusivos S.A. y al ingeniero Luis Fernando Vanegas quien me brindo la oportunidad de trabajar y poder realizar la pasantía como opción de grado, también mi más sincero agradecimiento al ingeniero José Vicente Herrera director de la empresa Agroexport de Colombia regional llanos, quien en asociación con la empresa Minerales Exclusivos S.A. estuvo capacitándome constantemente, apoyándome en los procesos de investigación y en la adquisición de nuevos conocimientos agrícolas, agradezco de ante mano su colaboración y al profesor Álvaro Álvarez director de mi pasantía quien gestiono con la universidad la aprobación para que se pudiera realizar el ensayo.

Se le hace agradecimiento a la Universidad de los Llanos por la vinculación con la empresa Minerales Exclusivos S.A. y por la prestación de las áreas de la granja experimental para el desarrollo del ensayo, por la prestación de las herramientas, insumos y el cuidado de los lotes.

Finalmente agradezco al personal de la empresa Minerales Exclusivos S.A., al de la empresa Agroexport de Colombia y al de la granja experimental de la Universidad de los Llanos ya que fueron una pieza muy importante para la realización de diversas actividades durante mi pasantía, agradezco su amabilidad, cordialidad, respeto y tolerancia.



CONTENIDO

Págs.

1. RESUMEN	8
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. MARCO TEÓRICO	10
4.3. Sandia en Colombia:	11
4.4. Las micorrizas	12
4.4.1. Efecto de las micorrizas en la adsorción de fosforo.....	12
4.4.2. Mecanismos de acción de las micorrizas	13
4.4.3. Tipos de asociaciones micorrizicas:	13
5. CRONOGRAMA	14
6. METODOLOGIA	16
6.1. Procedimiento en vivero:	16
6.2. Procedimiento para hallar el área foliar:	16
6.3. Procedimiento en trasplante en campo:	17
6.4. Procedimiento en campo:	17
6.5. Procedimiento análisis estadísticos:	18
6.6. Procedimiento para realizar las gráficas:	19
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	20
7.1. Resultados obtenidos en vivero:	20
7.1.1. Germinación de plantas por tratamiento en vivero:	20
7.1.2. Infección de micorrizas en raíces por tratamiento fase vivero:	21
7.1.3. Concentración de micorrizas en sustrato por tratamiento:	22
7.1.4. Numero de hojas por tratamiento en vivero:	23



7.1.5.	Longitud de tallo por tratamiento en vivero:.....	24
7.1.6.	Longitud de raíz por tratamiento en vivero:	25
7.1.7.	Área foliar por tratamiento en vivero:.....	26
7.2.	Resultados obtenidos en campo:	27
7.2.1.	Numero de hojas por tratamiento en campo:.....	27
7.2.2.	Longitud del tallo por tratamiento en campo:.....	28
7.2.3.	Longitud de raíz por tratamiento en campo:	29
7.2.4.	Área foliar por tratamiento en campo	30
7.2.5.	Numero de flores por tratamiento en campo:	31
7.2.6.	Numero de frutos por tratamiento en campo:	32
7.2.7.	Concentración de micorrizas en el suelo por tratamiento fase campo:	33
7.2.8.	Infección de micorrizas por tratamiento fase campo:.....	34
7.2.9.	Peso de fruto por tratamiento en campo	35
7.2.10.	Volumen de fruto por tratamiento en campo:	36
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
9.	APRECIACIÓN PERSONAL DE LA EXPERIENCIA.....	37
10.	BIBLIOGRAFÍA	38



INDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Media del % de germinación total de las plantas durante la fase de vivero. .	20
Figura 2. Porcentaje de infección de las raíces de sandía después de finalizar la fase de vivero.	21
Figura 3. Media de concentración de micorrizas en el sustrato de sandía fase vivero. .	22
Figura 4. Media del número hojas por planta de sandía en la fase de vivero.	23
Figura 5. Media en la longitud del tallo obtenido por plántula de sandía durante la fase de vivero.	24
Figura 6. Media de longitud de raíz por planta de sandía durante la fase de vivero.	25
Figura 7. Media del área foliar por plántula de sandía durante la fase vivero.	26
Figura 8. Medias del número de hojas por planta de sandía durante la fase en campo.	27
Figura 9. Media de la longitud del tallo por planta de sandía durante la fase de campo.	28
Figura 10. Media de longitud de raíz por planta de sandía durante la fase en campo. .	29
Figura 11. Media del área foliar por planta de sandía durante la fase en campo.	30
Figura 12. Media del número de flores por planta de sandía durante la fase de vivero. .	31
Figura 13. Media del número de frutos por planta de sandía durante la fase en campo.	32
Figura 14. Media de la concentración de micorrizas por gramo de suelo en el cultivo de sandía durante la fase de campo.	33
Figura 15. Porcentaje de infección de micorrizas en raíces de sandía durante la fase en campo.	34
Figura 16. Media del peso de los frutos por planta de sandía durante la fase en campo.	35
Figura 17. Media del volumen de los frutos por planta de sandía durante la fase en campo.	36



INDICE DE TABLAS

Págs.

Tabla 1. Cronograma de actividades realizadas durante el ensayo "Evaluación del efecto del producto Biofertmex en suspensión concentrada de la empresa Minerales Exclusivos S.A. con diferentes dosis en el cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>).....	14
Tabla 2. Cronograma de actividades realizadas durante el ensayo "Evaluación del efecto del producto Biofertmex en suspensión concentrada de la empresa Minerales Exclusivos S.A. con diferentes dosis en el cultivo de Sandía (<i>Citrullus lanatus</i>).....	15
Tabla 3. Análisis de contrastes obtenido del porcentaje de germinación de plantas de sandía en vivero.....	20
Tabla 4. Porcentaje de infección en las plantas de cada tratamiento.....	21
Tabla 5. Análisis de contrastes obtenido de la concentración de micorrizas en el sustrato.....	22
Tabla 6. Análisis de contrastes obtenido del número de hojas en la fase de vivero.	23
Tabla 7. Análisis de contrastes de la longitud del tallo promedio en las plantas de sandía durante la fase en vivero.	24
Tabla 8. Análisis de contrastes obtenido del promedio de longitud de raíz de las plántulas de sandía en la fase vivero.	25
Tabla 9. Análisis de contrastes obtenido del área foliar por plántula de sandía en la fase de vivero.	26
Tabla 10. Análisis de contrastes obtenido del número de hojas por planta en sandía durante la fase en campo.....	27
Tabla 11. Análisis de contrastes obtenido de la longitud del tallo por planta de sandía durante la fase en campo.....	28
Tabla 12. Análisis de contrastes obtenido de la longitud de la raíz por planta de sandía durante la fase en campo.....	29
Tabla 13. Análisis de contrastes obtenido del área foliar por planta de sandía durante la fase en campo.	30
Tabla 14. Análisis de contrastes obtenido del número de flores por planta de sandía durante la fase en campo.....	31
Tabla 15. Análisis de contrastes obtenido de frutos por planta de sandía durante la fase de campo.	32
Tabla 16. Análisis de contrastes obtenido de la concentración de micorrizas en el suelo del cultivo de sandía durante la fase de campo.....	33
Tabla 17. Porcentaje de infección de micorrizas en raíz por planta de sandía durante la fase de campo.	34
Tabla 18. Análisis de contrastes obtenido del peso de los frutos por planta de sandía durante la fase de campo.....	35
Tabla 19. Análisis de contrastes obtenido del volumen de frutos por planta de sandía durante la fase de campo.....	36



INDICE DE ANEXOS

	Págs.
Anexo 1. Formato de toma de datos de las variables en vivero.....	42
Anexo 2. Formato toma de datos de concentración de micorrizas en laboratorio fase vivero.	43
Anexo 3. Formato toma de datos de Infección en raíces en laboratorio fase vivero.	44
Anexo 4. Formato de toma de datos porcentaje de germinación en vivero.....	45
Anexo 5. Formato toma de datos de las variables en campo.	46
Anexo 6. Formato de toma de datos de concentración de micorrizas en laboratorio fase campo.	47
Anexo 7. Formato toma de datos de Infección en raíces en laboratorio fase campo.	48
Anexo 8. Formato de toma de datos de frutos en campo.	49
Anexo 9. Plano del cultivo de sandía en campo modelo de bloques completos al azar.	50
Anexo 10. Coeficientes y divisores para contrastes ortogonales	51
Anexo 11. Análisis químico de suelo.	52
Anexo 12. Análisis de requerimientos nutricionales por planta según el área y el análisis químico del suelo.	53



1. RESUMEN

Es importante el uso de Biológicos en la agricultura ya que benefician a los agricultores de muchas maneras, entre las más importantes la reducción de productos químicos y la mejora de la rentabilidad económica. Diferentes sistemas de producción utilizan dosis de micorrizas, pero no se tiene establecido cual es la más adecuada en el cultivo de sandía. Dado que los suelos en los Llanos Orientales son suelo ácidos y pobres en retención de nutrientes minerales, la interacción entre micorriza-planta puede afectar de alguna manera la mejor eficiencia de la fisiología de las plantas. Entre los objetivos el más importante era determinar el efecto del producto Biofertmex en vivero y campo. Se realizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en 4 dosis de Biofertmex incluyendo un testigo. Las micorrizas del producto Biofertmex forman vesículas en las raíces lo cual permite el almacenamiento y disponibilidad del P en las plantas. Las variables de crecimiento del tallo, raíz, número de frutos, concentración de micorrizas, N.º de hojas, flores, área foliar, peso de los frutos y volumen de frutos obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$) mientras que las demás no presentaron diferencias significativas, sin embargo, se observaron comportamientos benéficos entre la interacción planta - micorriza mediante el análisis de contrastes ortogonales. Durante el desarrollo del ensayo no se tomó en cuenta la presencia de coberturas, ni la presencia de agentes como enfermedades, plagas y la aplicación de altas dosis de fertilizantes.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento fisiológico de las plántulas de patilla durante su crecimiento y desarrollo en vivero y en campo con la aplicación de micorrizas del género *Glomus* sp, con la finalidad de aumentar el rendimiento del cultivo.

OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar la población de las micorrizas en el suelo por efecto de las dosis evaluadas.

Determinar el comportamiento de variables fisiológicas de las plantas con las dosis del producto respecto al testigo.



3. JUSTIFICACIÓN

El departamento del meta en la actualidad es la región de Colombia donde se produce la mayor cantidad de patilla o sandia, como lo indica (Beleño, 2018) en la región de San Martín – Meta, la patilla ha sido un cultivo que ha ido reemplazando la ganadería y la explotación animal, esto es debido a que los suelos del municipio son suelos con textura arenosa la cual es muy benéfica para la producción de patilla. En el año 2017 se establecieron 2125 Ha más de las existentes, esta área sembrada permitió que la producción en el Meta pasara de 62029 toneladas a 108080 toneladas, esta cifra representa un 42,8% de la producción total del país. Según (Pitalúa, 2018) los factores que benefician la producción de la patilla es el riego abundante, durante la época de lluvias es indispensable el buen manejo del agua. La patilla es una planta herbácea, anual monoica, rastrera o trepadora, se adapta a cultivos secos o de regadío (Nichols, 1998), esta característica nos indica que la planta requiere un buen manejo del agua, las micorrizas ofrecen mediante simbiosis con las raíces un mejor control en la adsorción de este elemento (Parent, 2017), (Jaramillo, 1983) afirma que es necesario disponer de buen riego durante las etapas de crecimiento y floración, es importante que la humedad relativa este en un 70%, igualmente las lluvias fuertes afectan gravemente la producción ya que provocan poco cuajamiento de frutos, enfermedades y frutos en mal estado. La fertilización es otro factor importante en el cultivo de patilla, se tiene establecido que en los llanos orientales la extracción de nutrientes es de 30 kg para nitrógeno, 25 kg de P_2O_5 y 35 kg de K_2O (Caicedo, 1972), las épocas de mayor aplicación y uso de fertilizantes es en la etapa de floración ya que el fósforo se hace fundamental en el llenado de frutos la absorción de fósforo asimilable que es muy gradual (CORPOICA, 1995), el efecto que provocan las micorrizas en el suelo permiten una mejor asimilación del fósforo, además reducen los niveles de contaminación en suelo ácidos por metales pesados y la fitotoxicidad por las aplicaciones de productos herbicidas (Peña Vanegas, 2006). Se hace necesario un método que logre mejorar las condiciones del cultivo de patilla en la absorción de elementos, la disponibilidad de agua durante épocas secas y en temporada de lluvias, la minimización de enfermedades provocadas por hongos y nematodos y una mejor producción durante el cuajamiento de frutos, las micorrizas representan una alternativa que pretende dar una posible solución a estas problemáticas y una reducción de los costos en productos agrícolas de los agricultores en la región de los llanos.



4. MARCO TEÓRICO

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una planta tipo herbácea y monoica, el origen se remonta a África donde hoy día aun crece de manera silvestre en la región (Giaconi, 1989), la sandía es un fruto no climatérico, también es conocido con el nombre de patilla o melón de agua, es uno de los frutos más grandes que logran superar más de los 10 kg de peso (Escalona, 2009), la planta pertenece a la familia de las cucurbitáceas, este tipo de plantas se caracterizan por su alto contenido de agua, su pulpa es carnosa y tiene un dulce sabor por el alto contenido de fructosa, el fruto es granuloso, acuoso y con coloración rojo intenso por dentro, dependiendo de las variedades las coloraciones, formas y tamaños puede variar. (Infoagro, 2019)

Los picos en los que se da mayor producción de patilla en Colombia son los meses de enero y abril, los meses en que más baja son los meses de junio y julio debido a la cantidad de oferta que disminuye el precio, entre los principales problemas que interfieren en la producción de sandía al año son provocados por los factores climáticos, principalmente las lluvias, la temperatura y la humedad relativa. (Agronet.com, 2019)

4.1. Propiedades de la sandía

La sandía es una fruta exótica de gran consumo a nivel mundial, su sabor y aroma agradable la hace apetecible al público en general, sin embargo, el fruto no ha sido utilizado ampliamente en el sector agroindustrial, el comportamiento reológico de la fruta es líquido y semi sólido estas características varían de acuerdo a la temperatura la cual aumenta o disminuye los grados Brix en la pulpa. (Sanchez, R, & Sanchez, 2007) Normalmente la pulpa de la sandía está conformada por una textura acuosa, porosa y jugosa, la sandía al igual que el jitomate (*Lycopersicum esculentum* M.), contiene licopeno, el cual es un carotenoide con propiedades antioxidantes y además es el que les da la coloración rojiza a las frutas. (Sisido, Kondo, Nozaki, Tuda, & Udo, 1960) El sabor de la sandía es otra propiedad que se resalta, y depende mucho del contenido de compuestos volátiles y no volátiles, entre los no volátiles esta los azúcares (sacarosa, fructosa y glucosa) y algunos ácidos como el málico, cítrico, citromálico, oxálico y ascórbico, los compuestos volátiles son los aldehídos, alcoholes, esterres, lactosas, terpenoides y compuestos sulfurados. (García & Mirafuentes, 1993) La sandía es considerada la fruta con mayor contenido de agua, se estima que de un peso de 250 gr el agua equivale al 220 gr – 230 gr, sin embargo, provee una dieta baja en calorías y un contenido de vitamina C medio, contiene también provitamina A o betacaroteno, vitamina E, vitaminas del grupo B, Calcio y hierro. (CUERPOMENTE, 2019)



4.2. La sandía en el mundo:

El conocimiento de la sandía se remonta hace ya 2000 años a.C., lo que se conoce en la actualidad ha sido extraído de historiadores los cuales se fundamentan en libros médicos, diarios de viaje, recetas y textos religiosos, la sandía se diseminó desde noroeste de África hasta los países mediterráneos, el uso de la sandía se popularizó debido a que es un buen recipiente para albergar contenido líquido, los griegos antiguamente usaron la sandía como medicina ya que es diurético y útil para el golpe de calor en los niños, el nombre de la sandía originalmente proviene del hebreo *Avattihim* el cual se nombra en muchos textos religiosos de rabinos, en las escrituras se hacía alusión a la sandía como parte de un diezmo, de manera similar como el higo, las uvas y las granadas. (Geographic, 2019)

La producción mundial de sandía está por encima de los 105 mil millones de kilos, el país que ocupa el primer lugar en producción es China con 70 mil millones en donde se cultivan 1,81 millones de hectáreas en promedio al año con un rendimiento de 3,86 kg/m², los países que hacen competencia son Turquía, Irán y Brasil. (HORTOINFO, 2014)

4.3. Sandía en Colombia:

En Colombia se cultivan diferentes variedades e híbridos de patilla, los híbridos confieren una alternativa fito-mejorada a los productores que garantiza la confiabilidad del material genético, las variedades que son de polinización cruzada confieren alternativas para obtención de un mayor número de semillas, sin embargo, son más susceptibles a los diferentes factores internos y externos que afectan la producción del cultivo. (Javier Orduz, 2000)

Las semillas de patilla comercializadas en Colombia son:

- Charleston Gray: esta variedad es la más sembrada en Colombia y en el departamento del Meta, es de ciclo de 90 días con frutos de 11 a 13 kg, es resistente a *Fusarium* sp. y *Antracnosis* sp., medianamente resistente a golpe de sol. (Jaramillo, 1983)
- Prince Charles: es un híbrido de la variedad Charleston Gray, es de madurez precoz y tolerancia a *Fusarium* sp., la calidad de los frutos es similar a la variedad Charleston Gray, ciclo de 85 días. (Gomez, 1991)
- Royal Charleston: es un híbrido derivado de la variedad Charleston Gray, en suelos ricos en Potasio y con buena relación Ca – Mg, se obtienen frutos con más pulpa y más dulce, esta variedad tolera la alta acidez y alcalinidad del suelo, su ciclo es de 80 días. (Gomez, 1991)
- Sugar Baby: es una variedad de fruto pequeño y redondo, con ciclo de 75 días. (Gomez, 1991)



- Royal Sweet: es un híbrido con precocidad, uniformidad y gran tamaño, las patillas son grandes, presenta una resistencia a *Fusarium* sp. (Gomez, 1991)

En Colombia el departamento del Meta, Córdoba y Cesar son los que tienen la mayor área y rendimientos por hectárea en el país, el Meta cuenta con 9875 Ha cosechadas de las cuales el rendimiento total es de 19,33 ton/Ha, el departamento de Córdoba cuenta con 2979 Ha cosechadas con rendimientos de 33,9 ton/ha y el departamento del Cesar tiene 1614 Ha cosechadas con rendimientos de 14,41 ton/Ha, el departamento del Meta es el que proyecta mayor participación debido al área cosechada ya que los rendimientos por Ha son más bajos que los del departamento de Córdoba. (Agronet, 2019)

Colombia exporta sandía a países como Cuba, Holanda, España y Alemania, los países como Canadá y Reino Unido ingresan capital en Colombia con el fin de sembrar y producir frutas para su país, el potencial de exportación de Colombia más alta es con el Reino Unido el cual aporta cerca de 301 millones de libras esterlinas lo que equivale a 400 mil dólares anuales y se proyecta un crecimiento del 1,1% si se incrementa la cantidad exportable. (CVN, 2019)

4.4. Las micorrizas

El término micorrizas fue utilizado en 1800 para designar el conjunto de hongos que realizan simbiosis con raíces de plantas superiores. Se tiene estimado que las micorrizas llevan realizando su función con las plantas desde hace ya 370 millones de años, en la actualidad existen diversos tipos de micorrizas y la mayoría se pueden encontrar en las raíces de distintas plantas, la función que cumplen las micorrizas con las plantas es similar a la de los Rhizobios los cuales fijan el nitrógeno en las leguminosas. Las micorrizas son más eficientes con raíces gruesas, ya que las plantas que presentan raíces más finas no son tan dependientes de las micorrizas. (Peña Vanegas, 2006).

4.4.1. Efecto de las micorrizas en la adsorción de fósforo

El tipo de asociación que genera las micorrizas con las plantas se conoce como mutualismo, este mutualismo se traduce en protección de las plantas frente a hongos fitopatógenos y un buen crecimiento de las plantas. La adsorción del fósforo en el medio ambiente se da en la superficie del suelo, los hongos saprofitos descomponen las partes sólidas las cuales están constituidas por ácidos nucleicos, fosfolípidos y proteínas de fosfatos, un ejemplo claro de las partes sólidas son la materia orgánica (desechos de cosecha), abonos, fertilizantes y demás productos, ya una vez el fósforo ha entrado al suelo las partes solubles son sintetizadas por hongos de crecimiento lento. (Peña Vanegas, 2006).



4.4.2. Mecanismos de acción de las micorrizas

Cuando las micorrizas están en contacto con el suelo participan en la formación de agregados por medio de la adhesión de moléculas de glomalina, esta molécula esta compuestas por glicoproteínas en las hifas de las micorrizas y sirven como almacenamiento del carbono que se encuentra en el suelo, las micorrizas gracias a esta partícula ayudan a darle una buena estructura y estabilidad al suelo, al realizar esta acción se genera una reducción de la erosión y la capacidad de campo, se dice entonces que el uso de micorrizas puede aumentar la movilidad de los elementos presentes en el suelo hasta 40 veces más en las plantas, ya que los pelos radiculares que generan las micorrizas en las plantas representan un diámetro de adsorción más amplio. (Peña, 2010)

4.4.3. Tipos de asociaciones micorrizicas:

Atendiendo a la estructura y la planta que es colonizada existen las siguientes asociaciones:

- a) **Endomicorrizas:** son las mas numerosas y que abundan en la naturaleza, las hifas tienen la capacidad de penetrar el cortex y celulas de la raiz:
 1. **Ericoides:** son micorrizas que hacen simbiosis con plantas de la familia Eriaceae, la caractristica principal es que son fuente de carbono, nitrogeno y fosforo en el suelo, estan presente en la materia organica. (Pearson & Read, 1975)
 2. **Orquidoides:** Se forman con la familia de plantas Orquidaceae y Basidiomicetos, la micorriza una vez penetra la raiz forma ovillos y luego hifas las cuales al degradarsen liberan los nutrientes a las plantas. (Smith S. , 1966)
 3. **Arbusculares:** hacen simbiosis con cualquier tipo de planta, son pertenecientes al phylum Glomeromycota, entras las caracteriticas principales el la formacion de ramificaciones dicotomicas a partir de la penetracion en el cortex de la raiz, algunos tambien se encargan de formar vesiculas las cuales funcionan como compartimientos de reserva. (Gernns, Von, & Poehling, 2001)
- b) **Ectomicorrizas:** realizan simbiosis con especies de plantas forestales, estas micorrizas se caracterizan por formar agrupaciones en exterior del cortex de las raiz, sin embargo tienen una caracteristica con la cual hace simbiosis llamada red de hartig. (Smith & Read, Mycorrhizal symbiosis academic press, 1997)
- c) **Ectendomicorrizas:** son similares a las ectomicorrizas, no son abundantes en la naturaleza, forman ademas de manto y red de hartig dentro de la raiz ovillos o enrollamientos. (Yu, Egger, & Peterson, 2001)



5. CRONOGRAMA



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS	PASANTIA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES	PÁGINA: 1
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA	FECHA: 10/06/2019
FORMATO TOMA DE DATOS	AÑO: 2019

TITULO DE PROYECTO	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.
---------------------------	---

FECHAS DE ACTIVIDADES

MES	JUNIO						JULIO									AGOSTO									SEPTIEMBRE										
DIA	7	10	12	19	22	26	2	3	12	13	17	20	24	27	30	31	1	2	3	12	13	14	15	27	2	5	9	10	13	14	17	23	25	26	30
ACTIVIDADES																																			
LLENADO DE 300 BOLSAS	X																																		
SIEMBRA DE SEMILLAS DE SANDIA		X																																	
APLICACIÓN DE DOSIS MICORRIZAS			X	X	X	X		X	X		X		X		X									X				X				X			
GERMINACIÓN				X																					X										
% DE GERMINACIÓN					X	X		X																											
GUADAÑA															X		X																		
DESHIERBE DE PLANTAS																			X	X												X			
DELIMITACION DE TRATAMIENTOS																				X	X														
APLICACIÓN DE HERBICIDA																					X										X				X
SIEMBRA EN CAMPO																								X											
MUESTREO DE SUELO														X							X														X
MUESTREO DE PLANTAS					X		X	X		X			X			X																			
APLICACIÓN DE INSECTICIDA/FUNGICIDA					X							X														X	X			X				X	
FERTILIZACION																														X					
ANALISIS EN LABORATORIO RAICES															X							X													
ANALISIS EN LABORATORIO SUELO															X								X												
FLORACION																																			
MUESTREO DE FRUTOS																																			
ELABORACION DE INFORME																																			

Tabla 1. Cronograma de actividades realizadas durante el ensayo "Evaluación del efecto del producto Biofertmex en suspensión concentrada de la empresa Minerales Exclusivos S.A. con diferentes dosis en el cultivo de Sandía (Citrullus lanatus)




	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS																												PASANTIA	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES																												PÁGINA: 1	
	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA																												FECHA: 10/06/2019	
	FORMATO TOMA DE DATOS																												AÑO: 2019	
TITULO DE PROYECTO	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.																													
FECHAS DE ACTIVIDADES																														
MES	OCTUBRE														NOVIEMBRE										DICIEMBRE					
DIA	1	4	5	7	10	12	15	16	18	21	24	25	26	29	31	5	6	8	10	14	16	20	22	23	25	30	7	10	14	20
ACTIVIDADES																														
LLENADO DE 300 BOLSAS																														
SIEMBRA DE SEMILLAS DE SANDIA																														
APLICACIÓN DE DOSIS MICORRIZAS					X							X							X						X					
GERMINACION																														
% DE GERMINACIÓN																														
GUADAÑA																														
DESHIERBE DE PLANTAS																														
DELIMITACION DE TRATAMIENTOS																														
APLICACIÓN DE HERBICIDA																														
SIEMBRA EN CAMPO																														
MUESTREO DE SUELO														X																
MUESTREO DE PLANTAS	X				X		X					X			X		X				X			X		X	X			
APLICACIÓN DE INSECTICIDA/FUNGICIDA			X		X	X	X		X	X	X		X		X	X		X		X		X								
FERTILIZACION		X	X								X												X							
ANALISIS DE ENFERMEDADES								X																						
ANALISIS EN LABORATORIO DE RAICES																													X	
ANALISIS EN LABORATORIO DE SUELO	X							X									X												X	
FLORACION				X																										
MUESTREO DE FRUTOS																												X		
ELABORACION DE INFORME																														X

Tabla 2. Cronograma de actividades realizadas durante el ensayo "Evaluación del efecto del producto Biofertmex en suspensión concentrada de la empresa Minerales Exclusivos S.A. con diferentes dosis en el cultivo de Sandía (Citrullus lanatus)



6. METODOLOGIA

6.1. Procedimiento en vivero:

- Se procederá a lavar bien las bandejas con una solución de jabón + agua, luego se realizará la preparación del sustrato.
- En la preparación del sustrato se hará una mezcla entre tierra negra y abono orgánico, no se realizará desinfección del sustrato ya que las micorrizas son microorganismos que controlan parte del microbiota del suelo.
- La semilla a sembrar será comprada y se lavará bien en agua + jabón con el fin de eliminar residuos de fungicida, en caso tal también se podrá extraer semillas de una patilla de la variedad a evaluar.
- Una vez se le haya realizado el proceso a la semilla se procede a sembrarlas en las bandejas de vivero con 2 cm de profundidad.
- Luego se realizará un riego con el producto Biofertmex en suspensión concentrada de acuerdo a la dosis a evaluar sobre cada tratamiento, la preparación de la mezcla se realizará de la siguiente manera:
 - Tratamiento T1: 5 litros de agua + 10 cc de micorrizas en líquido.
 - Tratamiento T2: 5 litros de agua + 20 cc de micorrizas en líquido.
 - Tratamiento T3: 5 litros de agua + 30 cc de micorrizas en líquido.
 - Testigo T0: sin aplicaciones.
- Las aplicaciones se realizarán con una periodicidad de 7 días hasta su trasplante a campo.
- Cada 7 días se tomarán muestras de 2 plantas por bandeja en total serian 9 plantas por tratamiento, a cada planta se le harán mediciones de: número de hojas, longitud del tallo, numero de raíces primarias y secundarias, longitud de raíces, área de hoja y número de plantas afectadas por hongo.
- Los datos obtenidos se anotarán en formatos y posteriormente digitalizados en Excel para la representación gráfica.

6.2. Procedimiento para hallar el área foliar:

- Se tomará una fotografía a 3 hojas al azar de las plántulas muestreadas de patilla.
- Luego las fotografías se trasladarán al programa "Imagej" el cual es gratis y se puede descargar por internet, en el programa se hallará el área foliar de



cada hoja, el área obtenida de cada hoja se promediará para hallar el área normal de la planta.

- Los datos obtenidos se graficarán en Excel.

6.3. Procedimiento en trasplante en campo:

- Una vez hallan transcurridos 30 días en vivero se procede a trasladar las plantas a campo.
- Las bandejas se llevarán a los lotes de sandía y se sembrarán a una distancia de 1 m entre plantas y 1,5 metro entre hileras.
- Después de la siembra se realizará una aplicación del producto de acuerdo a la dosis/tratamiento.
- En este caso la dosis a aplicar en campo es:
 - Tratamiento T1: 10 litros de agua + 100 cc de micorrizas en líquido.
 - Tratamiento T2: 10 litros de agua + 200 cc de micorrizas en líquido.
 - Tratamiento T3: 10 litros de agua + 300 cc de micorrizas en líquido.
 - Testigo T0: sin aplicaciones.

6.4. Procedimiento en campo:

- Se procederá a seleccionar un área del lote, luego se escogerá un espacio al azar y se medirán 20 metros de largo x 20 metros de ancho, luego se subdividirán en parcelas 4 parcelas para los tratamientos, el área total será de 400 m².
- Se elaborarán 4 surcos con 1 metros separados y en cada uno se trasplantarán 10 plantas con una distancia de 50 cm por tratamiento.
- Cada parcela se delimitará con nylon y estacas elaboradas artesanalmente por el encargado del ensayo, sobre cada tratamiento se colocará un cartel el cual indicará el nombre del ensayo, el tratamiento y la dosis.
- Las aplicaciones con el producto Biofertmex se realizarán cada 10 días, hasta la etapa de cuaje del fruto.
- El modo de aplicación se realizará de la siguiente manera:
- En este caso la dosis a aplicar en campo es:
 - Tratamiento T1: 10 litros de agua + 100 cc de micorrizas en líquido.
 - Tratamiento T2: 10 litros de agua + 200 cc de micorrizas en líquido.
 - Tratamiento T3: 10 litros de agua + 300 cc de micorrizas en líquido.
 - Testigo T0: sin aplicaciones.



- En campo se harán labores de deshierbe, riego aplicación de herbicidas, aplicación de insecticidas y de aporque.
- El modo de aplicación de los productos químicos se realizará de acuerdo a las especificaciones del encargado del ensayo.
- No se realizarán aplicaciones de fungicidas ya que podría existir la posibilidad de que las micorrizas no puedan expresar toda su funcionalidad en el cultivo.
- La toma de muestras en campo se realizará cada 7 días, por tratamiento se seleccionarán 2 plantas al azar, cuando finalice el cuajado de los frutos se muestrearán con el fin de analizar el tamaño, peso y color.
- A cada planta se le harán mediciones de: número de hojas, longitud del tallo, número de raíces, longitud de raíces, área de hoja y número de plantas afectadas por hongo, número de flores, peso y tamaño de los frutos.
- Los datos obtenidos se anotarán en formatos y posteriormente digitalizados en Excel para la representación gráfica.

6.5. Procedimiento análisis estadísticos:

- Los análisis estadísticos ANDEVA se realizaron con el programa Infostat versión estudiantil, los coeficientes ortogonales fueron tomados del manual práctico para el análisis de experimentos en campo de (Quiroga, 1976).
- Se resalta que todas las variables obtenidas provienen una distribución normal analizada en el test de Shapiro – wilk.
- Primero en el programa Infostat se adjunta la tabla organizada con los datos donde las columnas representan los tratamientos, bloques, variables y las filas los datos muestreados.
- Luego en la sección de estadísticas se corre el análisis de varianza donde las variables de clasificación son los tratamientos, bloques y las variables dependientes los datos como germinación, número de hojas, longitud de tallo, raíz, área foliar, número de flores, número de frutos, peso de frutos, volumen de frutos, concentración de micorrizas e infección en raíces, por último, se da aceptar.
- Una vez hecho esto se pasó a comparaciones en comparaciones elegimos el test de LSD Fisher con alfa de $<0,05$, luego se abre la pestaña de contrastes y elegimos la opción tratamientos y colocamos los coeficientes ortogonales para 4 tratamientos (*Anexo 10.*).
- Una vez terminado esto determinamos que para el contraste 1 la tendencia es lineal, para el contraste 2 cuadrática y para el contraste 3 cubica según lo establece el manual práctico para el análisis de experimentos en campo de (Quiroga, 1976)



- Se analiza el p valor del análisis de contrastes y el valor más cercano al alfa 0,05 nos indica diferencias significativas y el tipo de contraste a graficar.

6.6. Procedimiento para realizar las gráficas:

- Primero en el programa Infostat se adjunta la tabla organizada con los datos donde las columnas representan los tratamientos, bloques, variables y las filas los datos muestreados.
- Luego en la sección de estadísticas se corre el análisis de varianza donde las variables de clasificación son los tratamientos, bloques y las variables dependientes los datos como germinación, numero de hojas, longitud de tallo, raíz, área foliar, numero de flores, numero de frutos, peso de frutos, volumen de frutos, concentración de micorrizas e infección en raíces, por último, se da aceptar.
- En medidas de resumen solo chuleamos la pestaña de medias y procedemos a ubicar las variables de clasificación y las dependientes, damos aceptar.
- Con las medias obtenidas realizamos una gráfica donde el eje x representa la dosis y el eje y la media de cada dosis de acuerdo a cada variable.
- Finalmente realizamos el análisis de acuerdo a los resultados obtenidos.



7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1. Resultados obtenidos en vivero:

Se realizaron 3 aplicaciones en total del producto Biofertmex en suspensión al momento de sembrar las semillas, a los 15 dds y por último a los 25 dds durante 4 semanas. Se evaluaron en total 300 plantas de sandía en vivero.

En dicho ensayo se implementaron cuatro tratamientos (tres dosis de Biofertmex y un tratamiento testigo).

- T0: Testigo sin aplicaciones
- T1: 10 cc de Biofert-mex en 5 L de agua
- T2: 20 cc de Biofert-mex en 5 L de agua
- T3: 30 cc de Biofert-mex en 5 L de agua

7.1.1. Germinación de plantas por tratamiento en vivero:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	3,33	21,17	1,67	1	1,67	0,02	0,8800
Cuadrática	-7,33	9,47	40,33	1	40,33	0,60	0,4680
Cubica	-3,33	21,17	1,67	1	1,67	0,02	0,8800
Total			43,67	3	14,56	0,22	0,8815

P<0.05

Tabla 3. Análisis de contrastes obtenido del porcentaje de germinación de plantas de sandía en vivero.

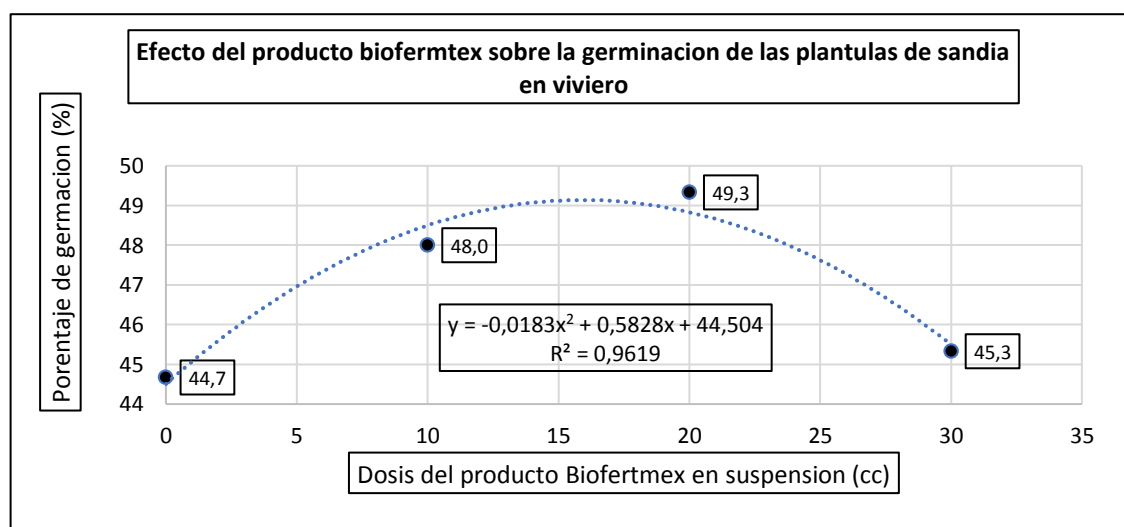


Figura 1. Media del % de germinación total de las plantas durante la fase de vivero.



La germinación de las plantas en vivero fue el 15 de julio del 2019, se realizaron 3 conteos de plantas germinadas y con los resultados obtenidos se hicieron los análisis estadísticos (*Tabla 3*), el p valor obtenido (0,4) es superior al alfa (0,05) y 0,01 se concluye entonces que no hay diferencias significativas. En la *Figura 1* la gráfica de mejor ajuste para porcentaje de germinación de las plántulas en vivero por efecto de las dosis evaluadas fue la de regresión cuadrática, donde los valores de la dosis de T2: 20 cc presenta el valor más alto con 49,3%, mientras que el tratamiento testigo T0 tiene un valor menor de 44,7%. “Las micorrizas mejoran la producción de fitohormonas en las semillas lo que genera un aumento en la emergencia y germinación de las plántulas ya que mejoran la capacidad de producir giberelinas y ácido indolacético”. (Koeppler, 1991)

7.1.2. Infección de micorrizas en raíces por tratamiento fase vivero:

TRATAMIENTO	ESPORA	VESICULA	MICELIO	ARBUSCULO	% INFECCION
T0: Testigo	33,3	16,7			50,0
T1: 10 cc/5L	16,7	13,3		33,3	63,3
T2: 20 cc/5L	53,3	6,7	3,3		63,3
T3: 30 cc/5L	46,7	20,0			66,7

Tabla 4. Porcentaje de infección en las plantas de cada tratamiento.

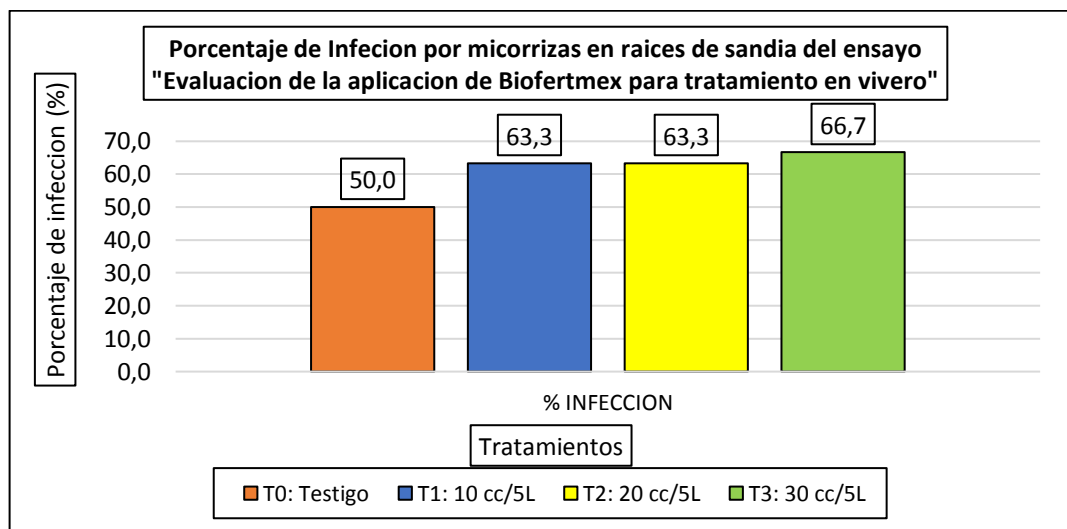


Figura 2. Porcentaje de infección de las raíces de sandía después de finalizar la fase de vivero.

Se le llama infección ya que las micorrizas están invadiendo las células del córtex de la raíz de una manera benéfica, en las raíces de las plantas de vivero se identificaron la presencia de formaciones de estructuras como: arbusculos, micelios, vesículas y esporas (*Tabla 4*). El sustrato no tuvo desinfección previa a la siembra,



por este motivo se observa la presencia de micorrizas en el tratamiento T0: testigo, en la gráfica (*Figura 2*) podemos observar que el porcentaje de infección de raíz por micorrizas es alto en los tratamientos con aplicaciones de Biofertmex frente al tratamiento testigo. El tratamiento el T3: 30 cc obtuvo una diferencia de 16,7% de infección vs el testigo. Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas entre las raíces de las plantas terrestres y ciertos hongos del suelo, donde el hongo puede proteger a la planta frente al ataque de microorganismos patógenos, a cambio, el hongo obtiene un nicho ecológico, recibe hidratos de carbono procedentes de la fotosíntesis (puede consumir hasta más del 20% del fotosintato; no obstante, el vegetal compensa esta sustracción gracias al aporte de nutrientes minerales por el hongo). (Ual, 2020)

7.1.3. Concentración de micorrizas en sustrato por tratamiento:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	45,00	22,84	202,50	1	202,50	3,88	0,1434
Cuadrática	4,00	10,21	8,00	1	8,00	0,15	0,7215
Cúbica	15,00	22,84	22,50	1	22,50	0,43	0,5582
Total			233,00	3	77,67	1,49	0,3758

P<0.05

Tabla 5. Análisis de contrastes obtenido de la concentración de micorrizas en el sustrato.

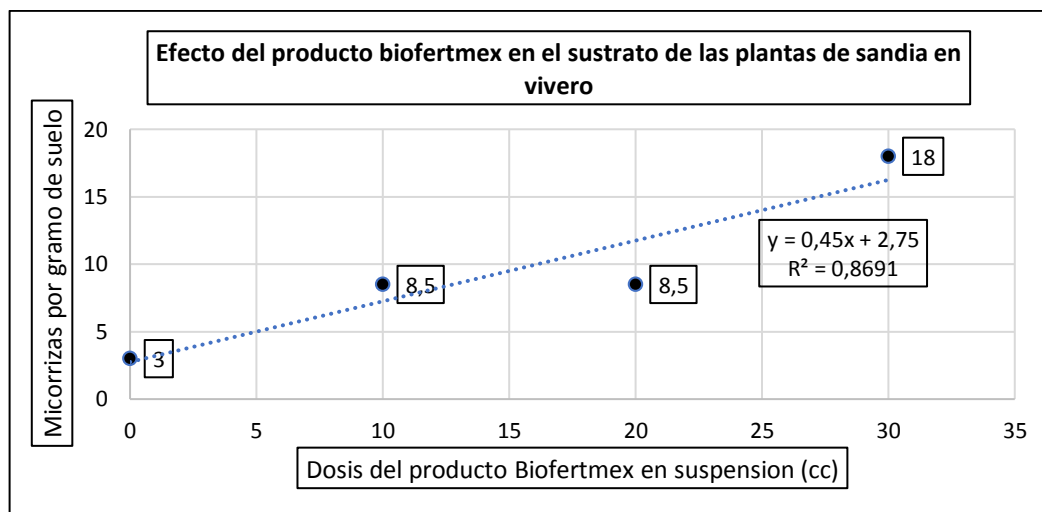


Figura 3. Media de concentración de micorrizas en el sustrato de sandía fase vivero.

En vivero se realizaron dos muestreos de sustrato uno al inicio del ensayo y otro al final, en el análisis de contrastes se resalta el p valor con el cual definimos que es diferente al alfa (0,05) esto nos lleva a concluir que se acepta la hipótesis nula, en la gráfica de medias (*Figura 3*) se observa un comportamiento lineal de los



resultados en el cual la dosis del tratamiento T3: 30 cc presenta el valor más alto con 18 micorrizas por gramo/suelo, esto nos sugiere que a medida que aumenta la dosis aumenta la concentración en el sustrato. Los resultados del análisis de esporas indican una mejor adaptación a las condiciones del suelo para los morfotipos pertenecientes al género *Glomus*, reflejada en su mayor abundancia. Sin embargo, el efecto del hospedero sobre el establecimiento de poblaciones nativas de MA puede variar de acuerdo a la dependencia micorrícica del cultivo. (Serralde & Margarita, 2004)

7.1.4. Numero de hojas por tratamiento en vivero:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	0,00	0,65	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Cuadrática	-0,50	0,29	0,25	1	0,25	3,00	0,1179
Cúbica	0,00	0,65	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Total			0,25	3	0,08	1,00	0,4363

P<0.05

Tabla 6. Análisis de contrastes obtenido del número de hojas en la fase de vivero.

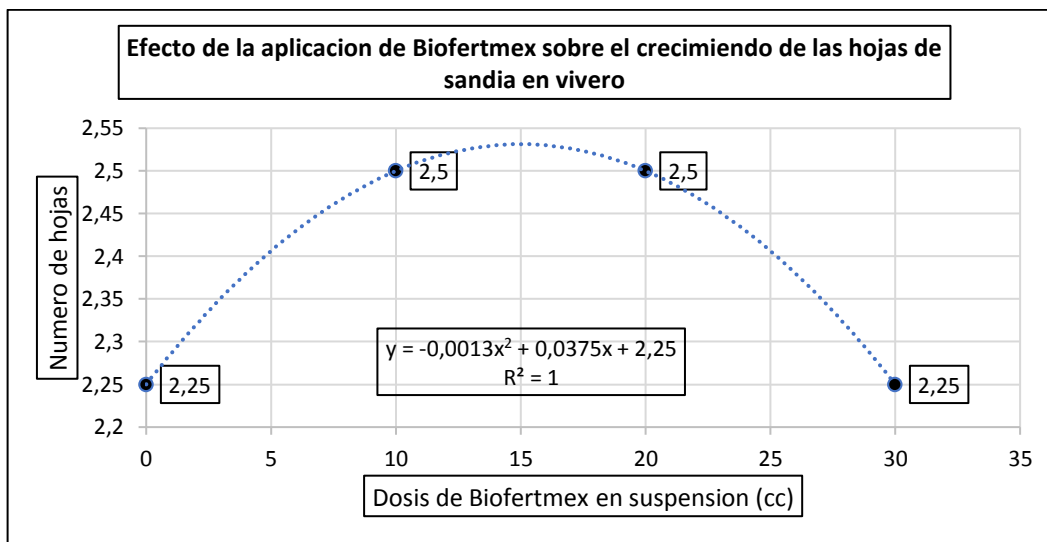


Figura 4. Media del número hojas por planta de sandía en la fase de vivero.

En el análisis de contrastes ortogonales (*Tabla 6*) se observa un comportamiento cuadrático en donde después de los 10 cc de Biofertmex en suspensión no hay efectos significativos, sin embargo hay diferencias muy bajas entre las demás dosis de Biofertmex en suspensión, en el tratamiento T1: 10 cc la media es más alta que la media del tratamiento T0: Testigo, demostrando que en vivero la acción de las micorrizas mejora el desarrollo de las hojas con diferentes dosificaciones. “El establecimiento de la asociación de las micorrizas (*Glomus sp.* y *Acaulospora sp.*)



con las plantas de ají respondieron de manera satisfactoria, lográndose un aumento en los parámetros de desarrollo (número de hojas, altura, largo radicular y peso seco)". (Luna, Romero, & Rojas, 2016)

7.1.5. Longitud de tallo por tratamiento en vivero:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	-1,75	1,68	0,61	1	0,61	1,09	0,3239
Cuadrática	-2,75	0,75	7,56	1	7,56	13,44	0,0052
Cubica	2,75	1,68	1,51	1	1,51	2,69	0,1355
Total			9,69	3	3,23	5,74	0,0178

P<0,01

Tabla 7. Análisis de contrastes de la longitud del tallo promedio en las plantas de sandía durante la fase en vivero.

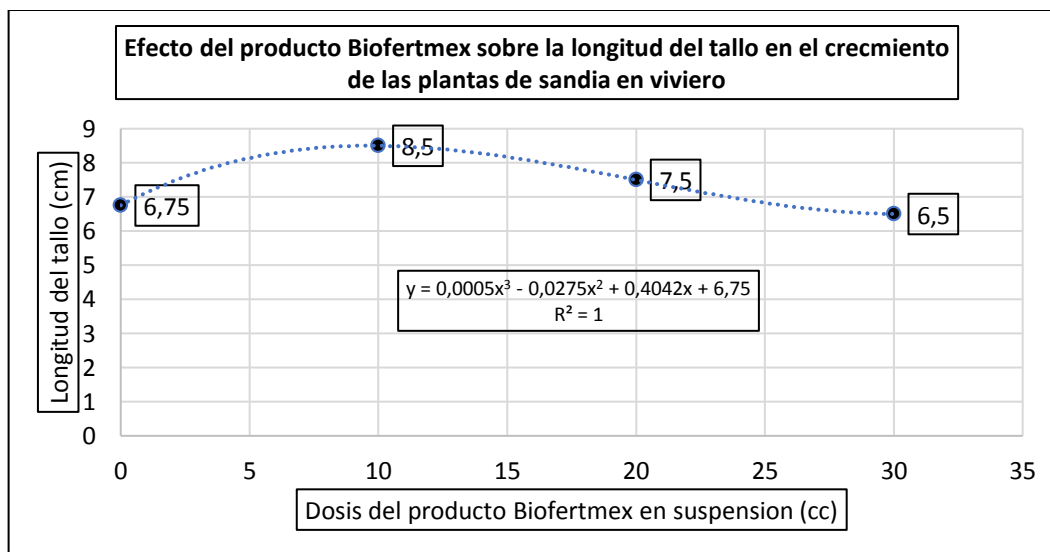


Figura 5. Media en la longitud del tallo obtenido por plántula de sandía durante la fase de vivero.

En vivero el p valor (0,005) obtenido de la longitud del tallo es menor que el alfa (0,05), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos, en la *Figura 5* los contrastes se ajustan a una ecuación cuadrática en donde el tratamiento T1: 10 cc con 8.5 cm de longitud es mayor que el tratamiento T0 con 6,75 cm, esto quiere decir que el producto Biofertmex provoca en las plantas de sandía un crecimiento más acelerado del tallo, con los demás tratamientos que tienen dosis de Biofertmex se presencia un mayor crecimiento versus al testigo. La aplicación de fertilizante mineral y las micorrizas mezcladas con el sustrato mejoran significativamente la colonización micorrizógena, la longitud y el diámetro del tallo, la masa fresca y seca de las plántulas de tabaco en semilleros tecnificados. (Hernández, García, Hernández, & León, 2012)



7.1.6. Longitud de raíz por tratamiento en vivero:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	3,75	1,07	2,81	1	2,81	12,27	0,0067
Cuadrática	1,75	0,48	3,06	1	3,06	13,36	0,0053
Cubica	-1,25	1,07	0,31	1	0,31	1,36	0,2729
Total			6,19	3	2,06	9,00	0,0045

$P < 0,01$

Tabla 8. Análisis de contrastes obtenido del promedio de longitud de raíz de las plántulas de sandía en la fase vivero.

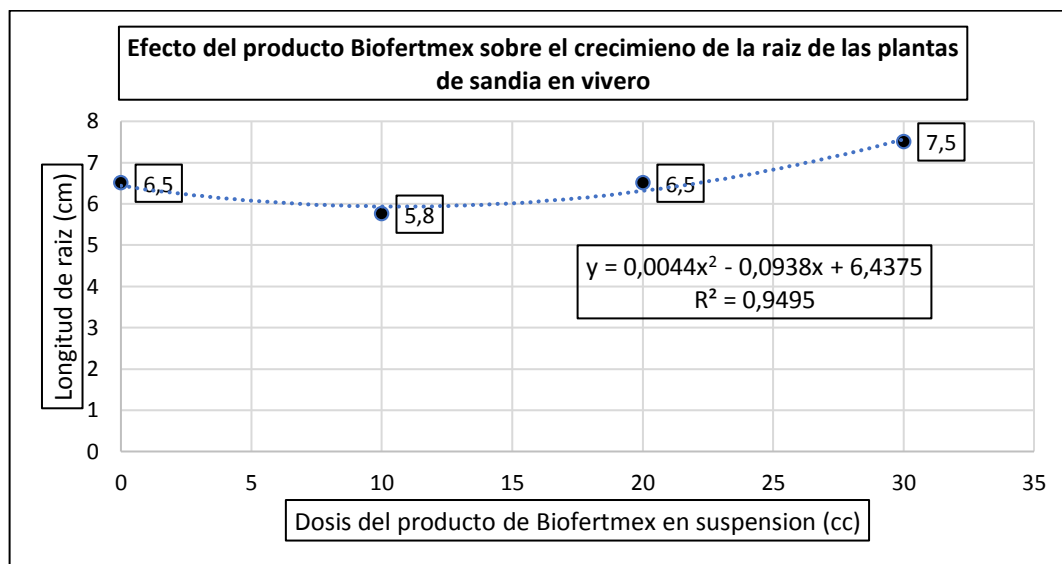


Figura 6. Media de longitud de raíz por planta de sandía durante la fase de vivero.

Los valores de longitud de raíz en vivero obtenidos en el análisis de contrastes ortogonales presentan diferencias muy significativas entre tratamientos, en la *Figura 6* la gráfica de mejor ajuste de las medias de longitud de raíz presentó una función cuadrática, el tratamiento con la media más baja fue el T1: 10 cc con 6,73 cm y el más alto fue el T3: 30 cc con 7,44 cm, se puede inferir que a pesar de que hay diferencias significativas el efecto del producto sobre la raíz es lento. En un ensayo realizado sobre plantas de plátano harton se encontró que las miocrrizas junto con aplicaciones de fertilizante DAP mejoran la longitud, peso y húmedo de la raíz. (Barrera, Oviedo, & Barraza, 2012)



7.1.7. Área foliar por tratamiento en vivero:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	6,75	2,94	9,11	1	9,11	5,27	0,0473
Cuadrática	-1,25	1,31	1,56	1	1,56	0,90	0,3666
Cúbica	-2,75	2,94	1,51	1	1,51	0,87	0,3741
Total			12,19	3	4,06	2,35	0,1406

P<0,05

Tabla 9. Análisis de contrastes obtenido del área foliar por plántula de sandía en la fase de vivero.

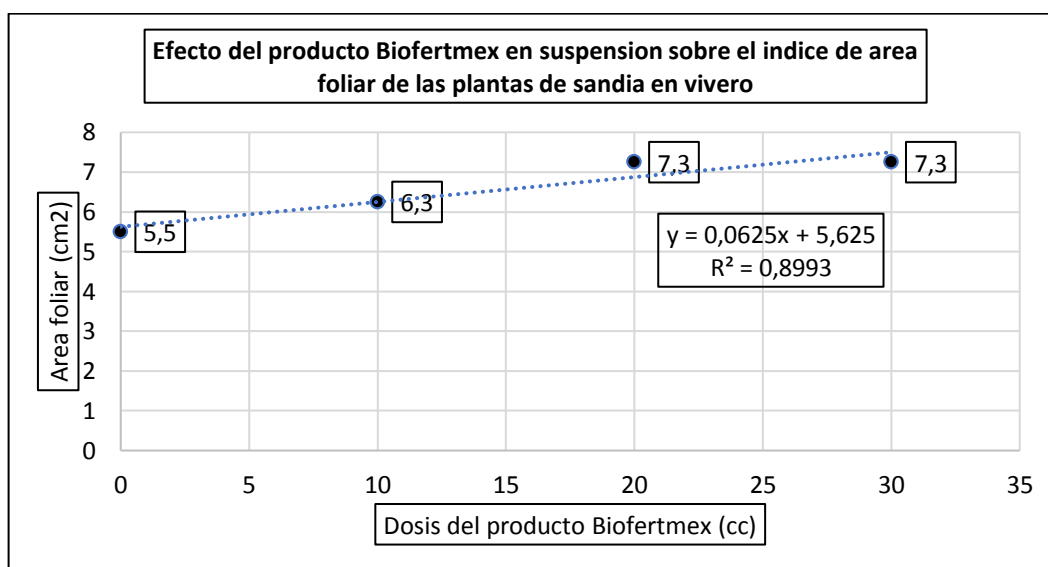


Figura 7. Media del área foliar por plántula de sandía durante la fase vivero.

Mediante el programa ImageJ se hallaron las áreas foliares para cada hoja seleccionada, luego con los datos se realizó el análisis estadístico de contrastes ortogonales. En vivero el p – valor es inferior al alfa (0,05) se rechaza la hipótesis nula concluyendo que hay diferencias significativas entre los tratamientos en vivero, la gráfica de medias (*Figura 7*) tiene un comportamiento lineal donde el efecto de Biofertmex es benéfico, los tratamientos con micorrizas obtuvieron los valores más altos. El área foliar de las plantas tratadas con Biofertmex fue la más alta, en un ensayo realizado evaluaron el efecto de las micorrizas en el desarrollo del área foliar y clorofila en plantas de pimentón, concluyeron que las ondas de luz afectan la formación de carotenoides en las clorofilas y el efecto de las micorrizas en estas, afirmando que el aumento de ondas de luz u horas luz/día aumenta la formación de clorofila en las plantas y por ende el área foliar al haber mayor fotosíntesis. (Jiménez, Ramírez, Petit, Colmenares, & Parra, 2017)



7.2. Resultados obtenidos en campo:

Se realizó un diseño de bloques completos al azar en un área de 400 m² con 4 repeticiones por tratamiento, en total se realizaron 10 aplicaciones del producto Biofertmex en suspensión concentrada cada 15 días.

En los muestreos se seleccionaron 2 plantas al azar cada 7 días por tratamiento y repetición. Mensualmente se tomaron 100 gr de suelo para el análisis de concentración y al final del ensayo se muestrearon las raíces de las plantas para el análisis de infección.

Los tratamientos realizados en campo fueron los siguientes (tres dosis de Biofertmex y un tratamiento testigo).

- T0: Testigo sin aplicaciones
- T1: 100 cc de Biofert-mex en 5 L de agua
- T2: 200 cc de Biofert-mex en 5 L de agua
- T3: 300 cc de Biofert-mex en 5 L de agua

7.2.1. Numero de hojas por tratamiento en campo:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratami	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	100,87	60,06	2034,75	1	2034,75	2,82	0,1274
Cuadrática	5,41	26,86	29,27	1	29,27	0,04	0,8448
Cúbica	-1,54	60,06	0,48	1	0,48	6,6E-04	0,9800
Total			2064,50	3	688,17	0,95	0,4550

$P < 0,05$

Tabla 10. Análisis de contrastes obtenido del número de hojas por planta en sandía durante la fase en campo.

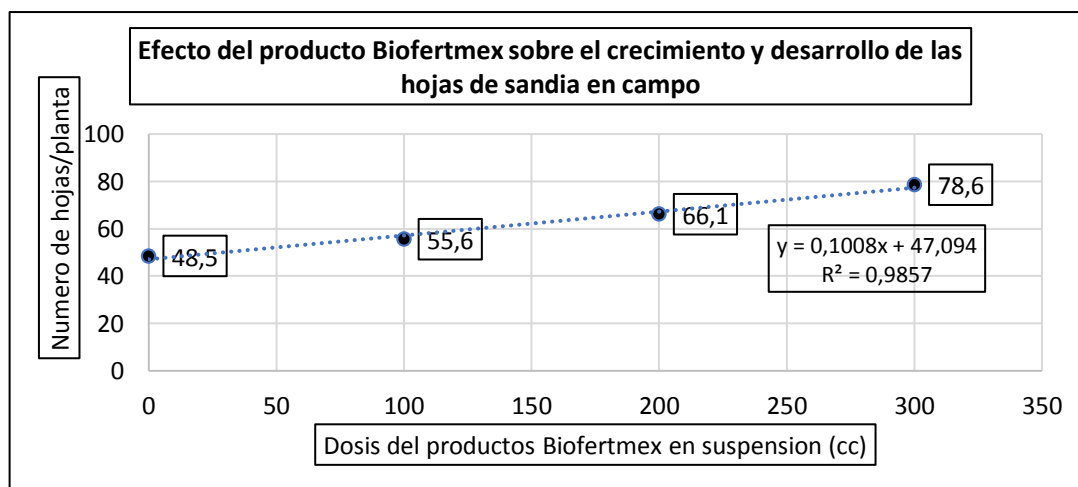


Figura 8. Medias del número de hojas por planta de sandía durante la fase en campo.



En la *Tabla 10* acepta la hipótesis nula, el desarrollo de las hojas tiene un comportamiento lineal (*Figura 8*) identificando que en campo puede haber un aumento significativo en el número de hojas por la acción de las micorrizas, el tratamiento T3: 300 cc con 78,6 hojas por planta presento los mejores resultados. El efecto de simbiosis entre planta y micorrizas mejora notablemente la adsorción de los minerales del suelo, ya que el efecto que ejerce sobre las raíces de las plantas mejora la producción de fitohormonas como las citocininas, las cuales estimulan la división celular y el crecimiento de diferentes órganos como las hojas. (Smith & J., 1997)

7.2.2. Longitud del tallo por tratamiento en campo:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratami	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	184,43	141,88	6802,52	1	6802,52	1,69	0,2260
Cuadrática	40,35	63,45	1627,72	1	1627,72	0,40	0,5407
Cúbica	-13,40	141,88	35,91	1	35,91	0,01	0,9268
Total			8466,15	3	2822,05	0,70	0,5748

$P < 0,05$

Tabla 11. Análisis de contrastes obtenido de la longitud del tallo por planta de sandía durante la fase en campo.

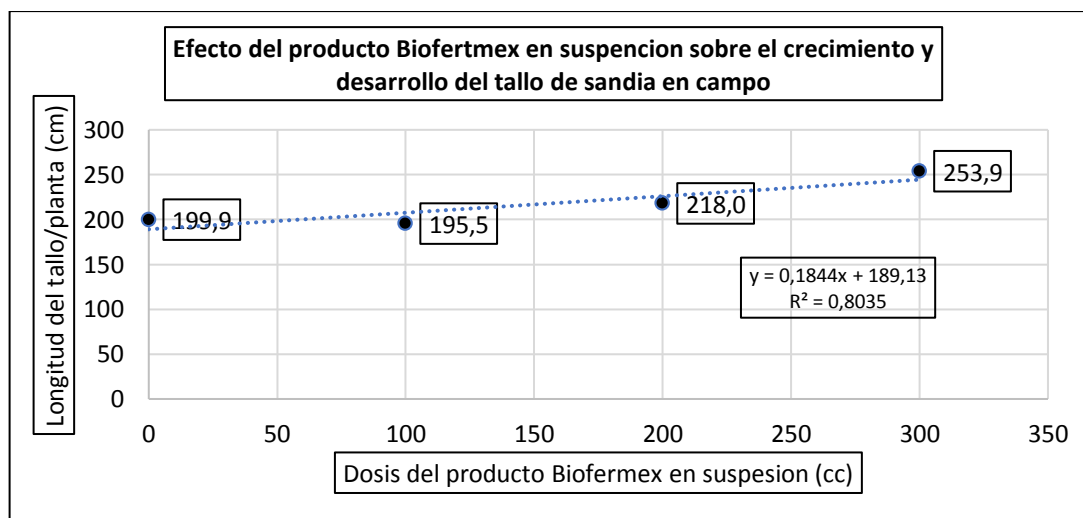


Figura 9. Media de la longitud del tallo por planta de sandía durante la fase de campo.

En campo se acepta la hipótesis nula, en la gráfica de las medias (*Figura 9*) el tratamiento T3: 300 cc presenta el valor más alto con una longitud de 249,33 cm por planta que en el tratamiento testigo T0 con una longitud de 198,5 cm por planta, a



medida que se aumenta la dosis de Biofertmex aumenta la longitud del tallo en las plantas. En este sentido explica que las micorrizas al influir en la adsorción de los nutrientes en el suelo, permiten que las plantas tengan las cantidades necesarias de estos elementos para complementar su desarrollo y la función de crecimiento del tallo aportando las cantidades necesarias de los elementos demandados por las plantas. (Azcon & Barea, 1992)

7.2.3. Longitud de raíz por tratamiento en campo:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
lineal	4,17	10,89	3,48	1	3,48	0,15	0,7105
Cuadrática	0,20	4,87	0,04	1	0,04	1,6E-03	0,9685
Cúbica	-10,79	10,89	23,30	1	23,30	0,98	0,3476
Total			26,82	3	8,94	0,38	0,7720

P<0,05

Tabla 12. Análisis de contrastes obtenido de la longitud de la raíz por planta de sandía durante la fase en campo.

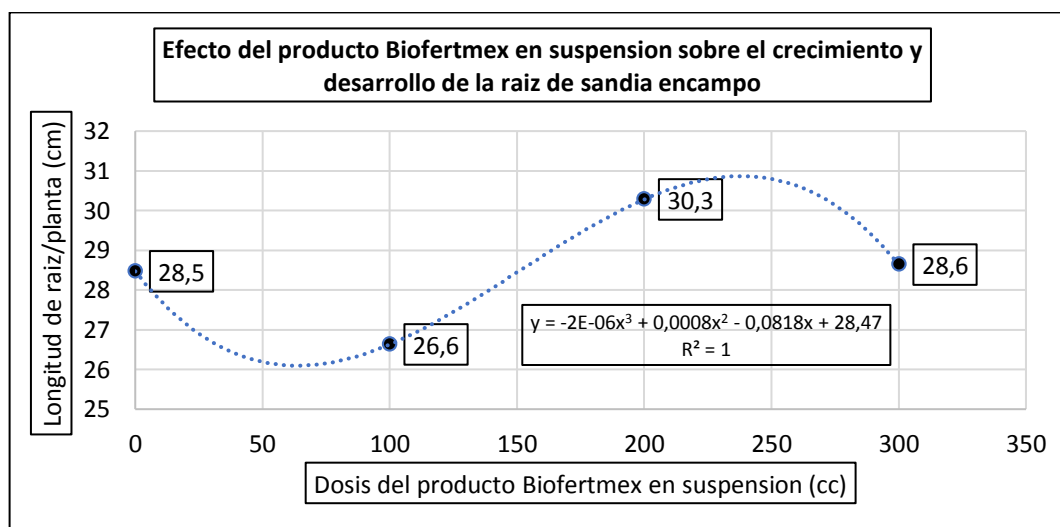


Figura 10. Media de longitud de raíz por planta de sandía durante la fase en campo.

En campo la *Figura 10* nos representa una gráfica de medias donde el tratamiento T1: 100 cc con 28,46 cm tiene valores más bajos con respecto al tratamiento T2: 200 cc con 29,49 y el T3: 300 cc con 29,25 cm. La no significancia del efecto principal de la micorriza sobre la longitud de la raíz fue provocada por el muestreo ya que al realizar la extracción de las plantas en campo sobre un suelo arcilloso se hace difícil la extracción total de la raíz adherida.



7.2.4. Área foliar por tratamiento en campo

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratami	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	1,75	44,49	0,61	1	0,61	1,5E-03	0,9696
Cuadrática	-12,33	19,90	152,03	1	152,03	0,38	0,5508
Cúbica	21,79	44,49	94,96	1	94,96	0,24	0,6360
Total			247,60	3	82,53	0,21	0,8880

P<0,05

Tabla 13. Análisis de contrastes obtenido del área foliar por planta de sandía durante la fase en campo.

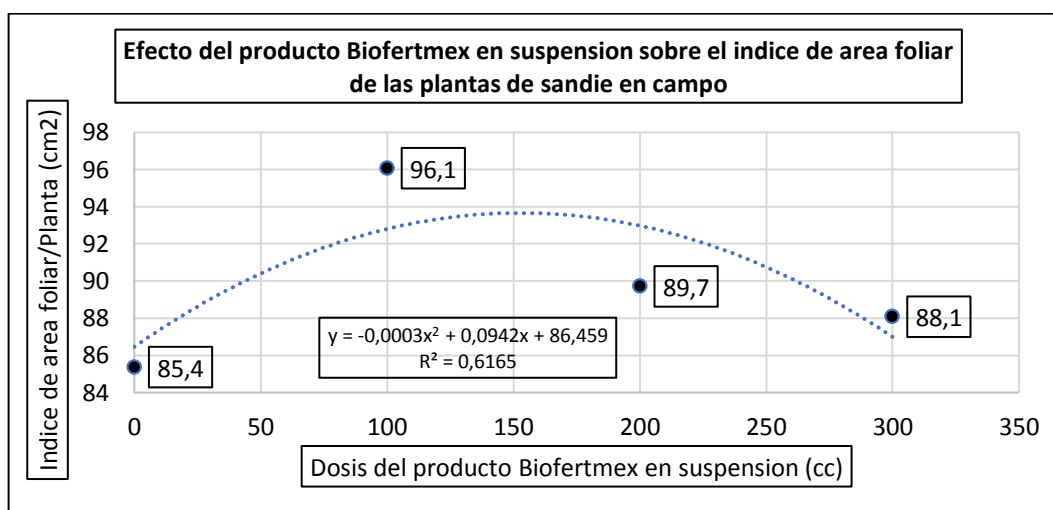


Figura 11. Media del área foliar por planta de sandía durante la fase en campo.

En campo se acepta la hipótesis nula, en la gráfica de medias (*Figura 11*) se observa un contraste cuadrático en donde al ir aumentando por encima de los 100 cc la dosis de Biofertmex no se observan resultados significativos, el tratamiento T1: 100 cc fue la mejor dosis.

El índice de área foliar es una herramienta útil para predecir las cosechas ya que la acumulación de biomasa depende de la adsorción de luz solar, también el IAF ayuda a evaluar el estado hídrico, la eficiencia bioenergética de las plantas y determinar el daño por plagas y enfermedades en las hojas, entonces, dependiendo del área foliar se puede inferir posibles resultados en los rendimientos del cultivo de sandía, entre mayor es el área foliar mejores resultados obtenidos. (INTAGRI, 2019)



7.2.5. Numero de flores por tratamiento en campo:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	51,88	23,56	538,26	1	538,26	4,85	0,0551
Cuadrática	-4,71	10,54	22,16	1	22,16	0,20	0,6656
Cubica	-6,46	23,56	8,34	1	8,34	0,08	0,7902
Total			568,76	3	189,59	1,71	0,2344

$P < 0,05$

Tabla 14. Análisis de contrastes obtenido del número de flores por planta de sandía durante la fase en campo.

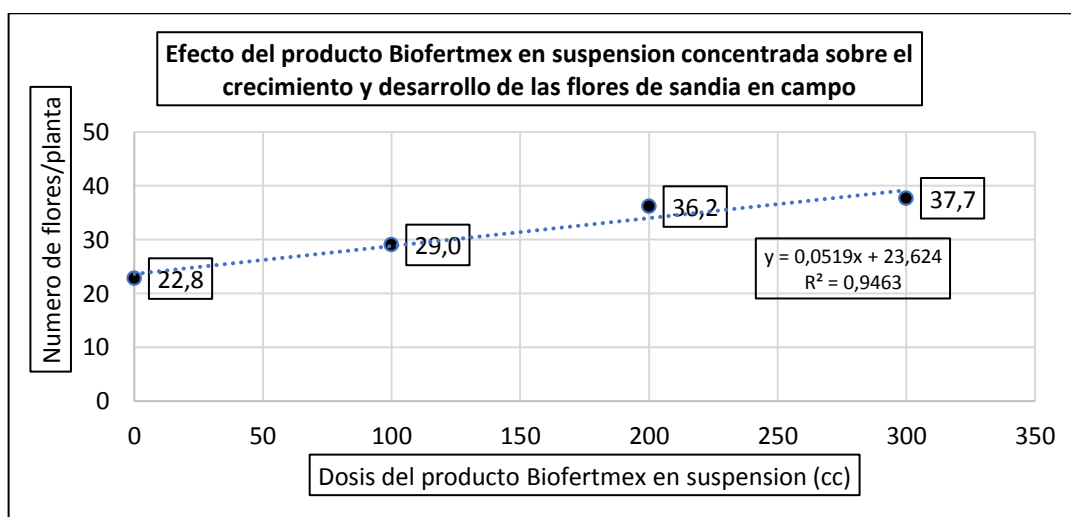


Figura 12. Media del número de flores por planta de sandía durante la fase de vivero.

En la *Tabla 14* del número de flores existen diferencias significativas entre los tratamientos con una tendencia de crecimiento lineal, en la gráfica de medias del número de flores como se observa en la *Figura 12* se observa que a medida que se aumenta la dosis de Biofertmex en las plantas de sandía aumenta el número de flores por planta, el tratamiento T3: 300 cc es el tratamiento con mejores resultados.

Los tratamientos con mayor número de flores fueron los que tuvieron aplicación del producto Biofertmex en suspensión, este efecto benéfico provocado por micorrizas es señalado y se atribuido de manera similar al efecto benéfico de un ensayo entre la asociación de las plantas de ají con las micorrizas realizado. (Luna, Romero, & Rojas, 2016)



7.2.6. Numero de frutos por tratamiento en campo:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	5,58	2,36	18,70	1	18,70	5,60	0,0224
Cuadrática	1,08	1,05	3,52	1	3,52	1,05	0,3101
Cubica	3,25	2,36	6,34	1	6,34	1,90	0,1753
Total			28,56	3	9,52	2,85	0,0480

$P < 0,05$

Tabla 15. Análisis de contrastes obtenido de frutos por planta de sandía durante la fase de campo.

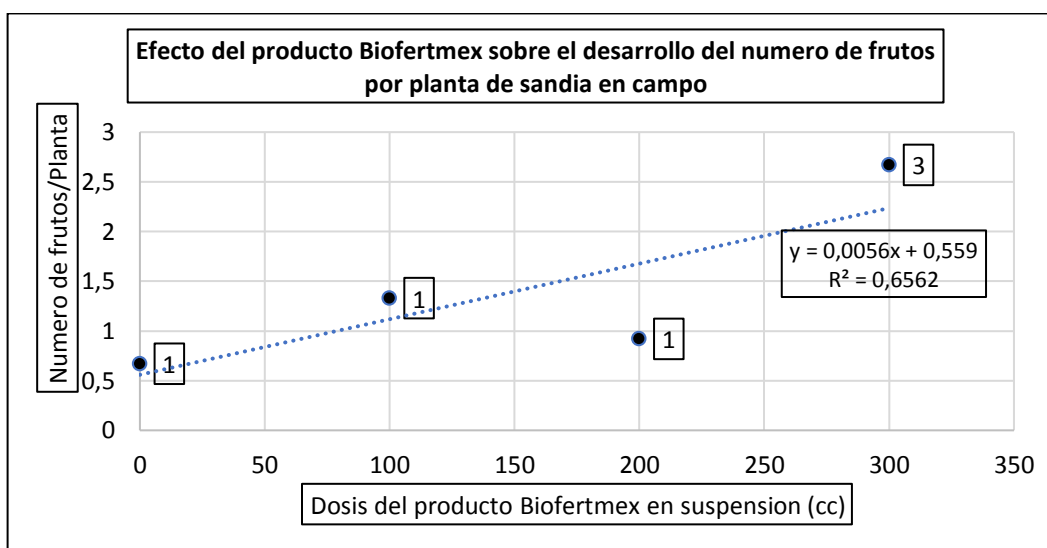


Figura 13. Media del número de frutos por planta de sandía durante la fase en campo.

En la *Tabla 15* se observó que el p – valor lineal es menor al alfa (0,05), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se afirma que existen diferencias significativas en cuanto al número de frutos por planta, este efecto se puede asociar a la gráfica de medias de la *Figura 12* donde hay mayor número de flores, a mayor número de flores mayor número de frutos, el tratamiento T3: 300 cc fue el que tuvo la media más alta en cuanto a número de frutos. Las micorrizas afectan la formación de frutos, en un ensayo realizado sobre plantas de melón, explica que “En un suelo con condiciones de fertilidad naturales en donde se aplique micorrizas, la mayor cantidad de frutos se produce por la acción de las micorrizas al fijar el fósforo en el suelo, pues, el micelio externo y profundamente ramificado además de incrementar el número de sitios para la absorción de P, permite a la raíz explorar un volumen de suelo mayor, captando así fosfatos más allá de la zona de deficiencia”. (Medina, Morejón, Cuevas, & Díaz, 2005)



7.2.7. Concentración de micorrizas en el suelo por tratamiento fase campo:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	103,67	71,02	1612,02	1	1612,02	2,13	0,1825
Cuadrática	-21,00	31,76	330,75	1	330,75	0,44	0,5271
Cubica	-44,33	71,02	294,82	1	294,82	0,39	0,5499
Total			2237,58	3	745,86	0,99	0,4467

$P < 0,05$

Tabla 16. Análisis de contrastes obtenido de la concentración de micorrizas en el suelo del cultivo de sandía durante la fase de campo.

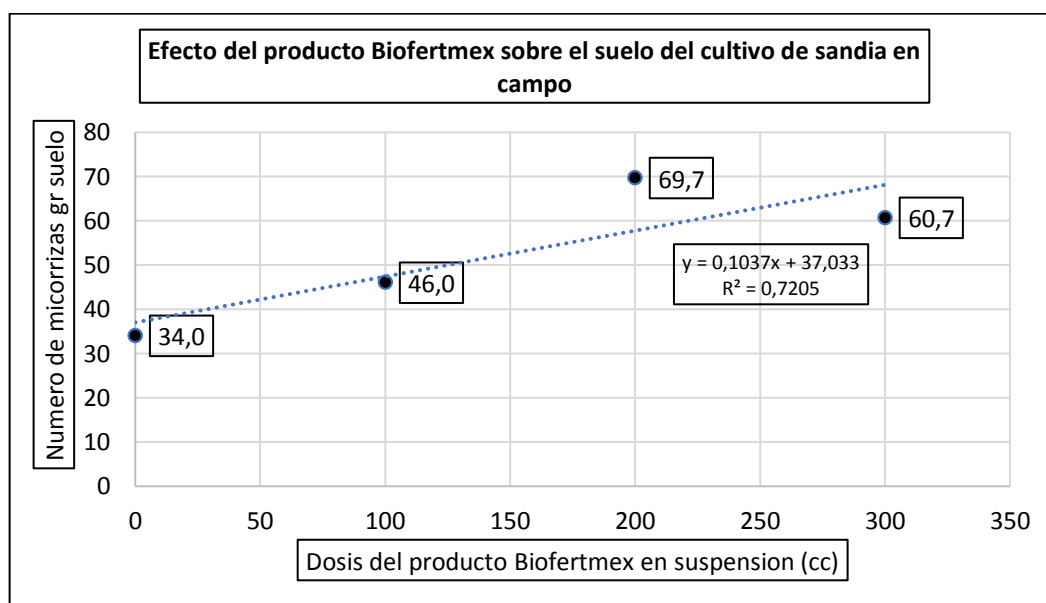


Figura 14. Media de la concentración de micorrizas por gramo de suelo en el cultivo de sandía durante la fase de campo.

En campo se observa un efecto similar, se acepta la hipótesis nula, sin embargo, hay un crecimiento con tendencia lineal entre los resultados, la concentración de micorrizas aumenta con la dosis del producto en el suelo, el mejor resultado obtenido fue el del tratamiento T2: 200 cc de Biofertmex en suspensión, se ha determinado que por cada gramo de suelo inoculado con micorrizas una concentración alta está por encima de 10 esporas/gr de suelo, la concentración media de 1 – 10 esporas/gr de suelo y la baja de 1 espora/gramos suelo. según (Sieverding, 1983)



7.2.8. Infección de micorrizas por tratamiento fase campo:

TRATAMIENTO	ESPORA	VESICULA	MICELIO	ARBUSCULO	% INFECCION
T0: Testigo	0,0	10,0	6,7	0,0	16,7
T1: 100 cc	6,7	40,0	50,0	0,0	96,7
T2: 200 cc	3,3	50,0	46,7	0,0	100,0
T3: 300 cc	0,0	70,0	30,0	0,0	100,0

Tabla 17. Porcentaje de infección de micorrizas en raíz por planta de sandía durante la fase de campo.

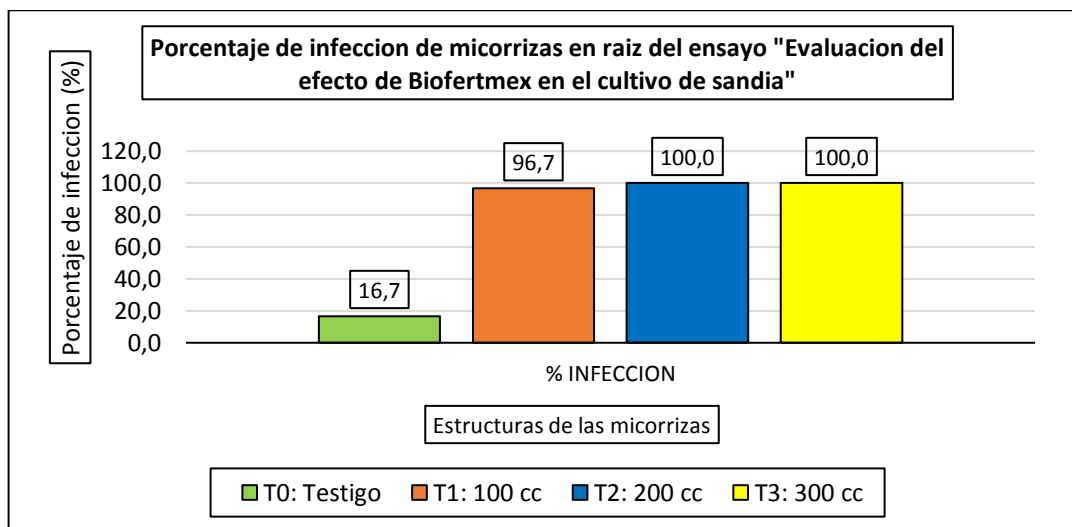


Figura 15. Porcentaje de infección de micorrizas en raíces de sandía durante la fase en campo.

Se le llama infección ya que las micorrizas están invadiendo las células del córtex de la raíz de una manera benéfica, en la fase de campo se observaron formaciones de esporas, vesículas y micelio, en los tratamientos T2: 200 cc y T3: 300 cc, donde la infección de micorrizas fue del 100% con respecto al testigo que fue del 17% (el menor) se puede decir que las micorrizas del producto Biofertmex en suspensión son más viables y eficaces en campo que en vivero.

“Se ha comprobado que el género *Glomus* sp. es una de las micorrizas más competitivas y efectivas para el crecimiento de las plantas, incrementan la adsorción de P, proliferación de raíces, con alto porcentaje de colonización, su mayor efectividad se presenta en pH de 5 a 6” (Sieverding, 1991), de acuerdo con esta afirmación los porcentajes altos de infección en raíces se deben a que las micorrizas del producto tienen mejores capacidades y beneficios para trabajar con plantas de sandía que las micorrizas nativas en los suelos.



7.2.9. Peso de fruto por tratamiento en campo

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	5,98	3,12	7,14	1	7,14	3,66	0,0798
Cuadrática	3,53	1,40	12,43	1	12,43	6,37	0,0267
Cúbica	2,83	3,12	1,60	1	1,60	0,82	0,3834
Total			21,16	3	7,05	3,62	0,0455

P<0,05

Tabla 18. Análisis de contrastes obtenido del peso de los frutos por planta de sandía durante la fase de campo.

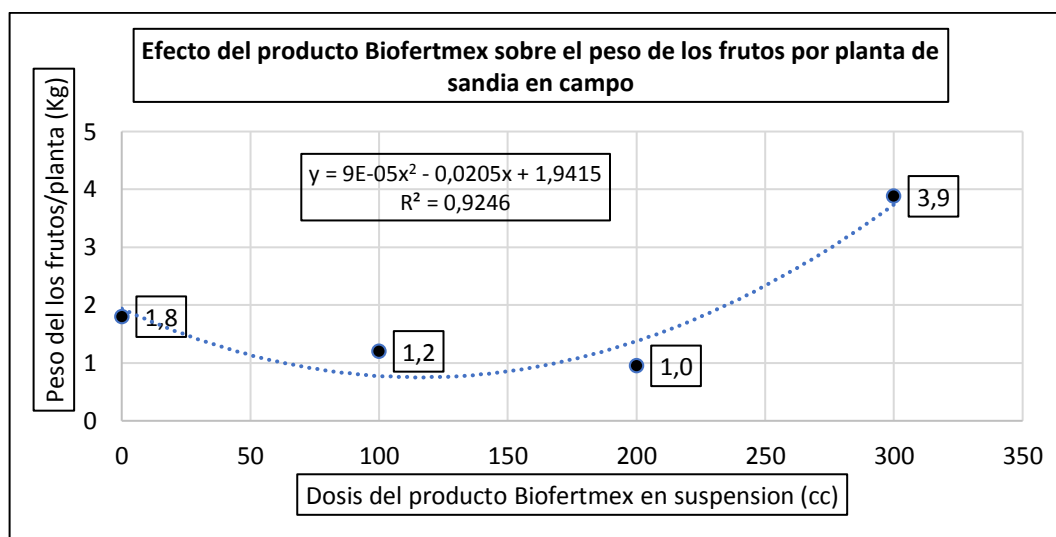


Figura 16. Media del peso de los frutos por planta de sandía durante la fase en campo.

El p – valor del análisis de contrastes ortogonales es menor al alfa (0,05) se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos y se rechaza la hipótesis nula, la gráfica de medias (*Figura 16*) nos indica que existe una regresión cuadrática de los tratamientos, al aumentar la dosis aumenta el peso de los frutos por planta, existe un efecto directo del producto Biofertmex en campo. En un ensayo realizado en tomate reportaron un efecto significativo de las micorrizas en el número de frutos/planta de tomate. (Méndez, Boicet, & Salgado, 2012)



7.2.10. Volumen de fruto por tratamiento en campo:

Cuadro de Análisis de contrastes ortogonales

Tratam	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
lineal	44,33	26,04	392,94	1	392,94	2,90	0,1144
Cuadrática	14,78	11,64	218,30	1	218,30	1,61	0,2285
Cubica	16,78	26,04	56,28	1	56,28	0,42	0,5315
Total			667,52	3	222,51	1,64	0,2321

$P < 0,05$

Tabla 19. Análisis de contrastes obtenido del volumen de frutos por planta de sandía durante la fase de campo.

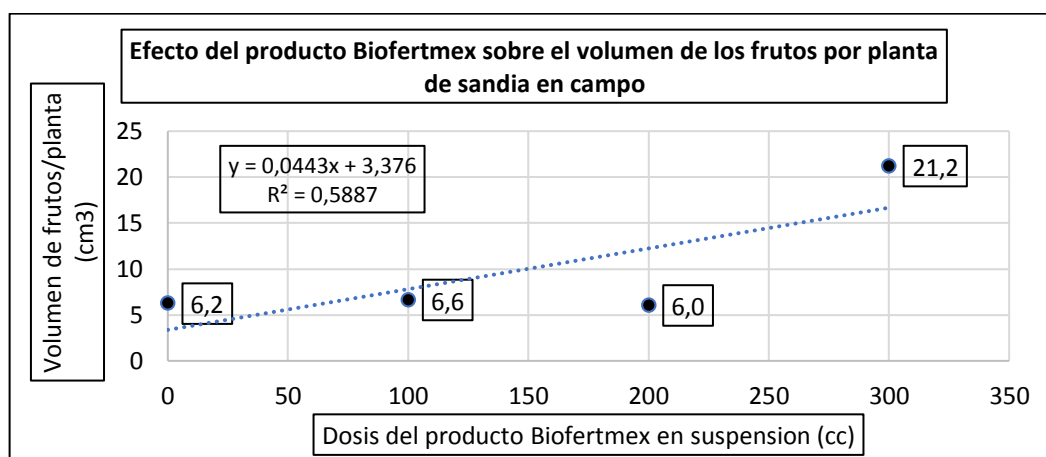


Figura 17. Media del volumen de los frutos por planta de sandía durante la fase en campo.

El volumen de fruto por planta se observa en la gráfica de medias (*Figura 17*) presenta un crecimiento lineal del producto Biofertmex con una dosis de 300 cc (Tratamiento T3) en campo puede mejorar el tamaño de los frutos de sandía variedad Crismson Sweet. Se sugiere que los efectos provocados por micorrizas en cuanto a tamaño, volumen y diámetro de los frutos es provocado por las interacciones que existen en el ambiente de la rizosfera del suelo y las raíces de las plantas que benefician la formación de clorofilas y adsorción de nutrientes minerales. (Adentuji, 1990)



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se determino que existen diferencias significativas en desarrollo del tallo, raíz, área foliar en vivero y en campo número de flores, numero de frutos por planta y peso del fruto por planta, el mejor tratamiento es el T3 donde la dosis es más alta, además, cuando aumenta la dosis de micorrizas del producto Biofertmex en suspensión se observan mejores resultados en las plantas.
- Se identifico que el producto presenta una alta concentración en el sustrato y en el suelo con un crecimiento lineal, es decir, conforme se aumenta la dosis, sin embargo, se recomienda no suspender la aplicación para mantener la concentración de micorrizas en el suelo.

9. APRECIACIÓN PERSONAL DE LA EXPERIENCIA

La experiencia adquirida en la pasantía me pareció excelente, lo que más considero importante es el uso de productos biológicos para mejorar las condiciones de los cultivos, por ejemplo, en el presente ensayo se realizaron aplicaciones de micorrizas sobre plantas de sandía, a pesar de que las fertilizaciones fueron muy bajas, las plantas respondieron muy bien a los efectos del producto Biofertmex. Durante el desarrollo uno de las mayores limitantes en el cultivo de sandía fue el hongo *Fusarium* sp., sin embargo, pudimos demostrar que las plantas aun así llegaron hasta producción de frutos, con esto podemos mostrar una pequeña evidencia de los efectos benéficos de los productos biológicos de la empresa Minerales Exclusivos S.A. Las micorrizas además de mejorar las condiciones fisiológicas de las plantas, mejoran también las condiciones del suelo como es la estructura, la retención de agua, la infiltración, la porosidad, el aprovechamiento de la materia orgánica y una buena distribución del recurso hídrico que adsorben las plantas. En cuanto a la comercialización y asistencia técnica, se puede recomendar este producto y hablar con veracidad y credibilidad sobre sus efectos benéficos.



10. BIBLIOGRAFÍA

- Adentuji, I. (1990). Effect of mulches and irrigation on growth and yield of lettuce in semi-arid region. *Biotronics*, 93 - 98.
- Agronet. (28 de 01 de 2019). *Agronet.gov.co*. Obtenido de <http://www.agronet.gov.co/Documents/Patilla.pdf>
- Agronet.com. (29 de 04 de 2019). *Agronet.com*. Obtenido de <http://www.agronet.gov.co/Documents/Patilla.pdf>
- Azcon, C., & Barea, J. (1992). Interactions between mycorrhizal fungi and other rhizosphere microorganisms. *Integrative PlantFungal Process*, 163-198.
- Barrera, J., Oviedo, L., & Barraza, F. (2012). Evaluacion de micorrizas nativas en plantas de platano harton (musa AAB Simmonds) en fase vivero. *Scielo*, 323.
- Beleño, I. (13 de Junio de 2018). *Agronegocios.com*. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/el-departamento-de-meta-es-la-despensa-de-patilla-con-2125-hectareas-sembradas-2737240>
- Caicedo. (1972). Sandia, Horticultura. *Facultad de ciencias agropecuarias*, 142 - 145.
- Cardona, A. M. (2005). Abundancia de actinomicetes y micorrizas arbusculares en paisajes fragmentados de la Amazonia colombiana. *Agronomia Colombiana*, 317 - 326.
- CORPOICA. (1995). *Informe anual CRECED Ariari*. Granada.
- CUERPOMENTE. (28 de 01 de 2019). *CUERPOMENTE.COM*. Obtenido de <https://www.cuerpamente.com/guia-alimentos/sandia>
- CVN. (28 de 01 de 2019). *cvn.com.co*. Obtenido de <https://www.cvn.com.co/frutas-de-colombia-exportacion-pais/>
- Escalona. (2009). Manual del cultivo de patilla. *Universidad de Chile*.
- García, P., & Mirafuentes, H. (1993). Manual de producción de sandía de humedad residual en el Estado de Tabasco. *INIFAP-SARH*, 16.



- Geographic, N. (28 de 01 de 2019). *ngenespanol.com*. Obtenido de <https://www.ngenespanol.com/15/la-sandia-y-su-historia-secreta-5-milenios-frutos-antiguedad/>
- Gernns, Von, A., & Poehling. (2001). Arbuscular Mycorrhiza increased the activity of a biotrophic leaf psthogen-is a compesation posible? *Mycorrhizal*, 237 - 243.
- Giaconi, V. (1989). Cultivo de hortalizas. *Editorial Universidad*, 308.
- Gomez. (1991). *El melon y la sandia*. Caracas: Espansando.
- Hernández, Y., García, M., Hernández, D. J., & León, M. Y. (2012). Influencia de las micorrizas arbusculares en combinación con diferentes dosis de fertilizante mineral en algunas características morfológicas de las plántulas de tabaco. *Scielo*, 10.
- HORTOINFO. (12 de 12 de 2014). *hortoinfo.es*. Obtenido de <http://www.hortoinfo.es/index.php/noticias/4027-plan-transort-ue-110914>
- Infoagro. (29 de 04 de 2019). *Infoagro*. Obtenido de http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia.htm
- INTAGRI. (17 de 08 de 2019). *INTAGRI.COM*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf>
- Jaramillo, L. (1983). Sandia o patilla, compilacion hortalizas ICA. *Manual de asistencia tecnica ICA*, 411 - 420.
- Javier Orduz, G. L. (2000). *El cultivo de la sandia o patilla en el departamento del meta*. Villavicencio: Corpoica.
- Jiménez, I. J., Ramírez, M., Petit, B., Colmenares, C., & Parra, I. (2017). EFECTO DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES Y ESTIÉRCOL DE BOVINO EN EL CRECIMIENTO INICIAL Y PIGMENTACIÓN EN *Capsicum frutescens* L. *Bioagro*, 141-142.
- Luna, J., Romero, I., & Rojas, K. (2016). Hongos micorrizógenos arbusculares y su efecto en el desarrollo de plantas de ají (*Capsicum annum*, Solanaceae). *Universidad de Magdalena (GEUM)*, 10.
- Luna, J., Romero, I., & Rojas, R. (2016). *Hongos micorrizógenos arbusculares y su efecto en el desarrollo de plantas de ají (Capsicum annum, Solanaceae)*. Obtenido de <https://doi.org/10.21897/rta.v21i2.903>



- Medina, N., Morejón, R., Cuevas, F., & Díaz, G. (2005). *Factibilidad y efecto de la micorrización en el cultivo de melón establecido en un suelo con niveles naturales de fertilidad*. San Pedro Sula: Programa de Hortalizas: Fundación hondureña de investigación agrícola.
- Méndez, J., Boicet, T., & Salgado, Y. (2012). Efecto de tres alternativas ecológicas en el desarrollo y crecimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Granma Ciencia*, 1 - 10.
- Nichols, C. (1998). Produccion de melones y sandias. 1 - 44.
- Parent, S. (12 de 09 de 2017). *Promix*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/dejele-un-espacio-a-la-micorriza/>
- Pearson, & Read. (1975). The physiology of the mycorrhizal endophyte of *Calluna vulgaris*. *Trans Br Mycol*, 1 - 7.
- Peña Vanegas, C. M. (2006). *Micorrizas arbusculares de la Amazonia colombiana. Leticia: Instituto Colombiano de Investigaciones Científicas - Sinchi*. Amazonas.
- Peña, C. (2010). Dinámica de los suelos amazónicos: Procesos de degradación y alternativas para su recuperación. Leticia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. *Sichi*.
- Pitalua, A. (13 de Junio de 2018). EL DEPARTAMENTO DE META ES LA DESPENSA DE PATILLA CON 2.125 HECTÁREAS SEMBRADAS EN 2017. Guajira: Aproagro.
- Quiroga, V. (1976). *Manual practico para el analisis de experimentos de campo*. San Jose: PIADIC.
- Sanchez, C., R, O., & Sanchez, G. (2007). Efecto de la temperatura en las propiedades reológicas de purés de guayaba (*Psidium guajaba* L.) Grupo de Investigación en Alimentos de Origen Vegetal. *Universidad de Zaragoza y Unellez*, 1 - 10.
- Serralde, A. M., & Margarita, M. (2004). Análisis de poblaciones de micorrizas en maíz (*Zea mays*) cultivado en suelos ácidos bajo diferentes tratamientos agronómi. *Corpoica*, 23 - 42.
- Sieverding. (1991). *Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit*, 5 - 10.



- Sisido, K., Kondo, K., Nozaki, H., Tuda, M., & Udo, Y. (1960). Synthesis of gamma-Oxosenecioates, Flavor of Watermelon. *Journal of American Chemical Society*, 2286 - 2288.
- Smith, & Read. (1997). *Mycorrhizal symbiosis academic press*. London.
- Smith, S. (1966). Physiology and ecology of orchid mycorrhizal fungi with reference to seeding nutrition. *New Phytol*, 488 - 499.
- Smith, S. E., & J., R. D. (1997). *Mycorrhizal symbiosis 2da Ed*. San Diego: Academic Press.
- Ual. (28 de 01 de 2020). *Universidad de Almeria*. Obtenido de <https://w3.ual.es/GruposInv/myco-ual/micorr.htm>
- Yu, Egger, & Peterson. (2001). Ectendomycorrhizal associations characteristics and functions. *Micorrhiza*, 167-177.




11. ANEXOS

	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS						PASANTIA
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES						PÁGINA: 2
	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA						FECHA: 10/06/2019
	FORMATO TOMA DE DATOS						AÑO: 2019
TITULO DE PROYECTO		EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.					
SEMANA	TRATAMIENTO	PLANTA	Nº DE HOJAS	LONGITUD TALLO	LONGITUD RAIZ	AREA HOJA	PLANTAS AFECTADAS
1	T1	1					
	T1	2					
	T1	3					
	T2	1					
	T2	2					
	T2	3					
	T3	1					
	T3	2					
	T3	3					
	T0	1					
	T0	2					
	T0	3					
		PROMEDIO					
		TRATAMIENTO	Nº DE HOJAS	LONGITUD TALLO	LONGITUD RAIZ	AREA HOJA	
		T1					
		T2					
		T3					
		T0					


Anexo 1. Formato de toma de datos de las variables en vivero.



	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS						PASANTIA
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES						PÁGINA: 2
	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA						FECHA: 10/06/2019
	FORMATO TOMA DE DATOS						AÑO: 2019
TITULO DE PROYECTO		EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.					
CONCENTRACION DE MICORRIZAS EN SUSTRATO							
MUESTRA	TRATAMIENTOS	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	PROMEDIO	MICORRIZAS X 100 GR	MICORRIZAS X 1 GR
1	T1: 10 cc/5 L agua						
	T2: 20 cc/5 L agua						
	T3: 30 cc/5 L agua						
	T0: Testigo						
FECHA:							

Anexo 2. Formato toma de datos de concentración de micorrizas en laboratorio fase vivero.



		UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS								PASANTIA	
		FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES								PÁGINA: 2	
		PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA								FECHA: 10/06/2019	
		FORMATO TOMA DE DATOS								AÑO: 2019	
TITULO DE PROYECTO		EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.									
PORCENTANJE DE INFECCION DE MICORRIAS EN RAZ											
TRATAMIENTOS	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	REPETICION 4	REPETICION 5	REPETICION 6	REPETICION 7	REPETICION 8	REPETICION 9	REPETICION 10	
T0: Testigo	x	Espora	Espora	Espora	x	x	x	x	x	x	
	Espora	Espora	Espora	x	Vesicula	x	x	x	x	x	
	Espora	Vesicula	Vesicula	Espora	Vesicula	x	Vesicula	x	Espora	Espora	
T1: 10 cc/5L	Arbusculo	Arbusculo	Espora	Espora	Arbusculo	x	Arbusculo	Vesicula	Espora	Vesicula	
	Arbusculo	Arbusculo	Espora	Arbusculo	x	Arbusculo	x	Arbusculo	Vesicula	Espora	
	x	x	x	Vesicula	x	x	x	x	x	Arbusculo	
T2: 20 cc/5L	Espora	Vesicula	x	Vesicula	Espora	Espora	x	Espora	x	Micelio	
	Espora	x	x	Espora	Espora	x	Espora	Espora	Espora	Espora	
	x	x	Espora	Espora	x	Espora	Espora	Espora	x	x	
T3: 30 cc/5L	Espora	Espora	x	x	Espora	Espora	Vesicula	x	Espora	Vesicula	
	Espora	Espora	x	Espora	Espora	Espora	Espora	Espora	x	x	
	Espora	Vesicula	x	Vesicula	x	x	x	Vesicula	Espora	Vesicula	


Anexo 3. Formato toma de datos de Infección en raíces en laboratorio fase vivero.



	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS					PASANTIA
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES					PÁGINA: 3
	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA					FECHA: 10/06/2019
	FORMATO TOMA DE DATOS					AÑO: 2019
TITULO DE PROYECTO	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.					
PORCENTAJE DE GERMINACION						
TRATAMIENTOS	PLANTAS GERMINADAS					
	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	TOTAL	% GERMINACION	
T0: Sin aplicación						
T1: 10 cc en 5 Lt agua						
T2: 20 cc en 5 Lt agua						
T3: 30 cc en 5 Lt agua						
FECHA: 20/07/2019						
TRATAMIENTOS	PLANTAS GERMINADAS					
	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	TOTAL	% GERMINACION	
T0: Sin aplicación						
T1: 10 cc en 5 Lt agua						
T2: 20 cc en 5 Lt agua						
T3: 30 cc en 5 Lt agua						
FECHA: 28/07/2019						
TRATAMIENTOS	PLANTAS GERMINADAS					
	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	TOTAL	% GERMINACION	
T0: Sin aplicación						
T1: 10 cc en 5 Lt agua						
T2: 20 cc en 5 Lt agua						
T3: 30 cc en 5 Lt agua						
FECHA: 04/08/2019						
Tiempo	PROMEDIO DE PLANTAS GERMINADAS					
	T0: Sin aplicación	T1: 10 cc en 5 Lt agua	T2: 20 cc en 5 Lt agua	T3: 30 cc en 5 Lt agua		
5 dds						
15 dds						
25 dds						
% GERMINACION						

Anexo 4. Formato de toma de datos porcentaje de germinación en vivero.



	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS							PASANTIA																																										
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES							PÁGINA:																																										
	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA							FECHA: 10/06/2019																																										
	FORMATO TOMA DE DATOS							AÑO: 2019																																										
TITULO DE PROYECTO		EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.																																																
FECHA:																																																		
MUESTREO	TRATAMIENTO	PLANTA	Nº DE HOJAS	LONGITUD TALLO	LONGITUD RAIZ	AREA DE HOJA	Nº DE FRUTOS	Nº DE FLORES																																										
	T1	1																																																
	T1	2																																																
	T2	1																																																
	T2	2																																																
	T3	1																																																
	T3	2																																																
	T0	1																																																
	T0	2																																																
		<table border="1"> <tr><td align="center" colspan="7">PROMEDIO</td></tr> <tr> <td>TRATAMIENTO</td> <td>Nº DE HOJAS</td> <td>LONGITUD TALLO</td> <td>LONGITUD RAIZ</td> <td>AREA HOJA</td> <td>Nº DE FRUTOS</td> <td>Nº DE FLORES</td> </tr> <tr><td>T1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>							PROMEDIO							TRATAMIENTO	Nº DE HOJAS	LONGITUD TALLO	LONGITUD RAIZ	AREA HOJA	Nº DE FRUTOS	Nº DE FLORES	T1							T2							T3							T0						
PROMEDIO																																																		
TRATAMIENTO	Nº DE HOJAS	LONGITUD TALLO	LONGITUD RAIZ	AREA HOJA	Nº DE FRUTOS	Nº DE FLORES																																												
T1																																																		
T2																																																		
T3																																																		
T0																																																		

Anexo 5. Formato toma de datos de las variables en campo.



	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS						PASANTIA
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES						PÁGINA: 2
	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA						FECHA: 10/06/2019
	FORMATO TOMA DE DATOS						AÑO: 2019
TITULO DE PROYECTO		EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍCICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.					
CONCENTRACION DE MICORRIZAS EN SUSTRATO							
MUESTRA	TRATAMIENTOS	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	PROMEDIO	MICORRIZAS X 100 GR	MICORRIZAS X 1 GR
1	T1: 100 cc - 2,5 Lt/Ha						
	T2: 200 cc - 5 Lt/Ha						
	T3: 300 cc - 7,5 Lt/Ha						
	T0: Testigo						
FECHA:							


Anexo 6. Formato de toma de datos de concentración de micorrizas en laboratorio fase campo.



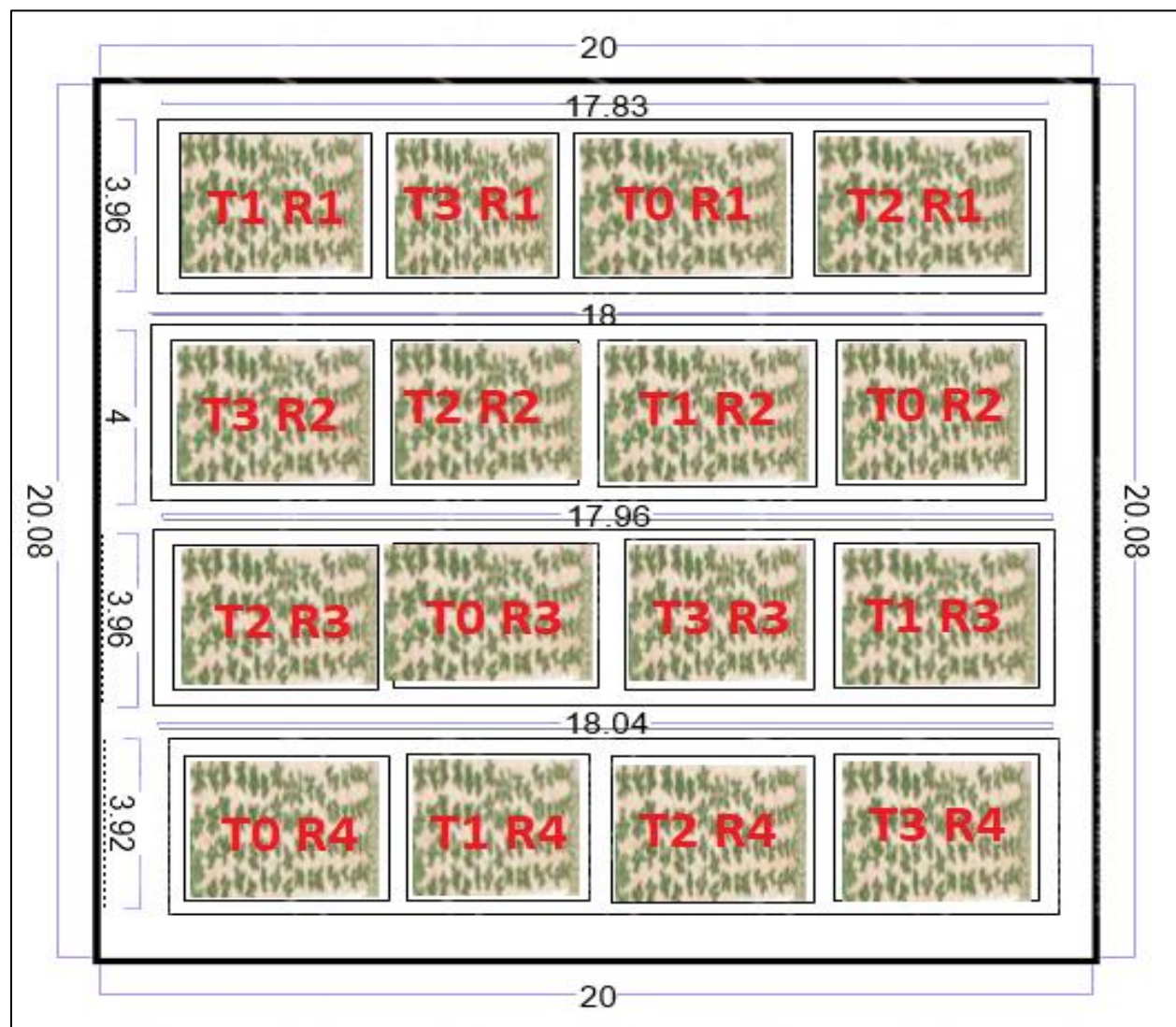
	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS								PASANTIA	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES								PÁGINA: 2	
	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA								FECHA: 10/06/2019	
	FORMATO TOMA DE DATOS								AÑO: 2019	
TITULO DE PROYECTO		EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.								
PORCENTANJE DE INFECCION DE MICORRIAS EN RAIZ EN CAMPO										
TRATAMIENTOS	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	REPETICION 4	REPETICION 5	REPETICION 6	REPETICION 7	REPETICION 8	REPETICION 9	REPETICION 10
T0: Testigo	x	x	x	x	Vesicula	Micelio	x	x	x	Vesicula
	x	x	x	x	Vesicula	x	x	x	x	x
	Micelio	x	x	x	x	x	x	x	x	x
T1: 10 cc/5L	Espora	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Micelio	Micelio	Micelio	Micelio	Vesicula	Micelio
	Micelio	Micelio	Micelio	Micelio	Micelio	Espora	Vesicula	Micelio	Vesicula	Vesicula
	x	Vesicula	Micelio	Vesicula	Micelio	Vesicula	Micelio	Vesicula	Micelio	Vesicula
T2: 20 cc/5L	Micelio	Micelio	Vesicula	Espora	Micelio	Vesicula	Micelio	Micelio	Micelio	Vesicula
	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Micelio	Micelio	Vesicula	Micelio	Micelio	Micelio	Vesicula
	Micelio	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Micelio	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Micelio
T3: 30 cc/5L	Vesicula	Vesicula	Micelio	Micelio	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Vesicula
	Micelio	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Micelio	Vesicula	Vesicula	Vesicula	Micelio	Vesicula
	Vesicula	Micelio	Micelio	Vesicula	Vesicula	Micelio	Micelio	Vesicula	Vesicula	Vesicula
			TRATAMIENTO	ESPORA	VESICULA	MICELIO	ARBUSCULO	% INFECCION		
			T0: Testigo							
			T1: 100 cc							
			T2: 200 cc							
			T3: 300 cc							

Anexo 7. Formato toma de datos de Infección en raíces en laboratorio fase campo.



	UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS			PASANTIA
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES			PÁGINA: 2
	PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA			FECHA: 10/06/2019
	FORMATO TOMA DE DATOS			AÑO: 2019
TITULO DE PROYECTO		EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACION DEL HONGO MICORRÍFICO Glomus sp. DEL PRODUCTO BIOFERTMEX EN SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE MINERALES EXCLUSIVOS S.A. SOBRE PLATULAS DEL CULTIVO DE PATILLA (Citrullus lanatus) EN VIVERO Y EN CAMPO SOBRE EL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META.		
FRUTOS MADUROS				
FECHA:		19/11/2019		
MUESTREO	TRATAMIENTO	PESO DEL FRUTO (Kg)	VOLUMEN (cm3)	
1	T0: Testigo			
	T1: 100 cc - 2,5 L/Ha			
	T2: 200 cc - 5 L/Ha			
	T3: 300 cc - 7,5 L/Ha			
FRUTOS MADUROS				
FECHA:				
MUESTREO	TRATAMIENTO	PESO DEL FRUTO (Kg)	VOLUMEN (cm3)	
2	T0: Testigo			
	T1: 100 cc - 2,5 L/Ha			
	T2: 200 cc - 5 L/Ha			
	T3: 300 cc - 7,5 L/Ha			
FRUTOS MADUROS				
FECHA:				
MUESTREO	TRATAMIENTO	PESO DEL FRUTO (Kg)	VOLUMEN (cm3)	
3	T0: Testigo			
	T1: 100 cc - 2,5 L/Ha			
	T2: 200 cc - 5 L/Ha			
	T3: 300 cc - 7,5 L/Ha			
FRUTOS MADUROS				
FECHA:				
MUESTREO	TRATAMIENTO	PESO DEL FRUTO (Kg)	VOLUMEN (cm3)	
4	T0: Testigo			
	T1: 100 cc - 2,5 L/Ha			
	T2: 200 cc - 5 L/Ha			
	T3: 300 cc - 7,5 L/Ha			

Anexo 8. Formato de toma de datos de frutos en campo.



Anexo 9. Plano del cultivo de sandía en campo modelo de bloques completos al azar.



Cuadro 6.15 Coeficientes y Divisor para polinomios ortogonales

Grado de polinomial	Comparación	Número de niveles							Divisor $E\lambda^2$
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Lineal	-1	+1						2
2	Lineal	-1	0	+1					2
	Cuadrático	+1	-2	+1					6
3	Lineal	-3	-1	+1	+3				20
	Cuadrático	+1	-1	-1	+1				4
	Cúbico	-1	+3	-3	+1				20
4	Lineal	-2	-1	0	+1	+2			10
	Cuadrático	+2	-1	-2	-1	+2			14
	Cúbico	-1	+2	0	-2	+1			10
	Cuártico	+1	-4	+6	-4	+1			70
5	Lineal	-5	-3	-1	+1	+3	+5		70
	Cuadrático	+5	-1	-4	-4	-1	+5		84
	Cúbico	-5	+7	+4	-4	-7	+5		180
	Cuártico	+1	-3	+2	+2	-3	+1		28
	Quintico	-1	+5	-10	+10	-5	+1		252
6	Lineal	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	28
	Cuadrático	+5	0	-3	-4	-3	0	+5	84
	Cúbico	-1	+1	+1	0	-1	-1	+1	6
	Cuártico	+3	-7	+1	+6	+1	-7	+3	154
	Quintico	-1	+4	-5	0	+5	-4	+1	84
	Sextico	+1	-6	+15	-20	+15	-6	+1	924

Anexo 10. Coeficientes y divisores para contrastes ortogonales



Referencia	Profun. (Cm)	PH H ₂ O (Un)	P-Olsen (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Al (cmol/kg)	H (cmol/kg)	Acidez Total (cmol/kg)	SB
BES2019-111003712 111003730	0-20	4,75	13,14	0,24	2,42	0,49	0,80	0,20	5,8	3,16
CTC	t (CICE)	V efe (%)	V%	m (%)	M.O (%)	S (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
8,96	3,96	79,77	35,2	20,23	3,11	34,90	97,57	10,98	0,92	2,38
			Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura				
			25,00	33,47	41,53	ARCILLOSA				

Anexo 11. Análisis químico de suelo.



Elementos	Requerimientos s Sandia	Suelo	Suelo (Kg/ha)	Necesidad suelo (Kg/ha)	Necesidades area (400 m2)	Dosis triple 15	Dosis triple 18	Producto triple 15 (kg/planta)	Producto triple 18 (kg/planta)
Materia Organica		3,11	74640						
Nitrogeno (N)	150		75	376,80	1,51	10,05	8,37	62,80	52,33
Fosforo (P)	90	13,14	72,22	59,28	0,24	1,58	1,32	9,88	8,23
Potasio (K)	145	0,24	269,57	-207,61	-0,83	-5,54	-4,61	-34,60	-28,84
Calcio (Ca)	108	2,42	1626,24	-2530,40	-10,12	-67,48	-56,23	-421,73	-351,44
Magnesio (Mg)	30	0,49	234,26	-340,43	-1,36	-9,08	-7,57	-56,74	-47,28

Anexo 12. *Análisis de requerimientos nutricionales por planta según el área y el análisis químico del suelo.*